



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIG FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering:
Industriell Økonomi
Spesialisering i prosjektledelse

Vårsemesteret, 2015

Åpen

Forfatter:
Martine Godø Aarseth

.....

Fagansvarlig:
Atle Øglend

Veileder(e):
Atle Øglend

Tittel på masteroppgaven:
Nyere gjennomføringsmodellens påvirkning på fremdriftsplanlegging
og produktivitet i norsk byggebransje

Engelsk tittel:
New construction management methods' effect on planning, scheduling and productivity

Studiepoeng: 30

Emneord:
Fremdriftsplanlegging
Samarbeidsmodeller
Trimmet bygging
Samspillentrepriser
Planlegging i 4D
VDC

Sidetall: 73

+ vedlegg/annet: 36

Stavanger, 15.06.2010

UNIVERSITETET I STAVANGER
TEKNISK-NATURVITENSKAPELIG FAKULTET
INSTITUTT FOR INDUSTRIELL ØKONOMI, RISIKOSTYRING OG PLANLEGGING

Veien å gå, eller full stopp fra nå?

Nyere gjennomføringsmodellens påvirkning på fremdriftsplanlegging
og produktivitet i norsk byggebransje

Martine Godø Aarseth
Mastergradsavhandling
Juni 2015

Forord

Etter fem års utdanning er det på tide å si takk og farvel til Universitet i Stavanger, og avslutte studentlivet med hodet høyt hevet som nyutdannet sivilingeniør. Masteroppgaven er utarbeidet gjennom vårsemesteret 2014, og har en studiebelastning på 30 poeng. Gjennom arbeidet har jeg lært mye om meg selv, mye om andre, og mest om hva jeg har lyst til å jobbe med: bygningsproduksjon.

For å kunne skrive en masteroppgave som omhandler gjennomføringsmodeller, fremdriftsplanlegging, produktivitet og byggeprosjekter i detalj, er det en forutsetning at man har god kjennskap til og forståelse av faser og aktører innblandet i en byggeprosess. Arbeidet har følgelig vært både utfordrende og krevende, samtidig som lærerikt og spennende. Valget av problemstilling er både knyttet til min bachelor i bygg og min master i Industriell Økonomi, hvor jeg har spesialisering i prosjektledelse. Fremdriftsplanlegging og –styring er sentrale oppgaver for prosjektledere i byggenæringen, begge avgjørende for å kunne levere rett bygg til rett tid, til rett kostnad og med rett kvalitet.

Utover tiden arbeidet med oppgaven har pågått er det mange som har bidratt med gode innspill og nye synsvinkler. Først og fremst vil jeg takke min veileder ved UiS, Atle Øglend, faglærere Arnstein Øvrelid og Knut Erik Bang, og min ”ekstraveileder” ved Universitetet i Agder, dr.ing. Øystein Husefest Meland. Eilif Hjelseth ved buildSMART Norge og Lars Christian Christiansen ved multiBIM har også bidratt med idéer og konstruktiv kritikk. Lena Bygballe ved BI Bergen har bidratt med data om verdiskapning i bransjen.

Den største takken går ut til alle intervjuobjektene som har tatt tid ut av sin timeplan for å snakke med nysgjerrig og skuelysten student. Responsen fra bedrifter har vært over all forventning, og uten dere hadde oppgaven ikke vært mulig å gjennomføre. En siste takk rettes til Tom Dengenis, administrerende direktør i Synchro, og Mike Prefling, VDC og BIM-ansvarlig hos Ryan Companies US, som begge har trosset tidssoner for å bidra med kunnskap og erfaring om planlegging i 4D.

Stavanger, 13. juni 2015
Martine Godø Aarseth

Sammendrag

Denne masteroppgaven omhandler nyere gjennomføringsmodellers påvirkning på fremdriftsplanlegging og produktivitet i norske byggeprosjekter. Utgangspunktet for arbeidet har vært byggenæringens langvarige, negative produktivitetsutvikling til tross for et stort potensial for økt verdiskapning.

Problemstillingen for masteroppgaven har vært:

Kan nyere gjennomføringsmodeller innenfor byggebransjen legge forholdene til rette for effektiv fremdriftsplanlegging og/eller økt produktivitet?

For å finne svar på problemstillingen har det blitt utført 21 intervjuer med 15 forskjellige bygg- og anleggsbedrifter, én casestudie av et amerikansk konstruksjonsselskap og en dyptgående litteraturstudie. Intervjuobjektene er ressurspersoner fra ulike stillinger innenfor byggebransjen, som alle har belyst problemet med relevant og oppdatert informasjon.

Masteroppgaven har sett på hvilke gjennomføringsmodeller byggebransjen i dag benytter, hvordan fremdriften i byggeprosjekter planlegges og konsekvenser ved innføringen av såkalte "samarbeidsmodeller". En annen sentral del av oppgaven har vært å undersøke hva som ligger bak den negative produktivitetstrenden. Slik berøres mange områder som kan være interessante for videre studier og forskning.

Et av hovedfunnene i oppgaven er at beste valg av gjennomføringsmodell synes å kunne avgjøres utfra størrelsen og kompleksiteten ved byggeprosjekter.

- Store og mellomstore oppdrag med mange involverte aktører har behov for fremdriftsplanlegging med stor grad av samarbeid mellom prosjekterende og utførende. Følgelig vil nyere gjennomføringsmodeller her være fordelaktig.
- Små oppdrag med relativt få involverte aktører anses som rutine, og det mest tidseffektive alternativet er tradisjonelle gjennomføringsmodeller og planlegging med lav grad av samarbeid i prosjekteringsarbeidet.

Et annet hovedfunn er at *samtlig* av intervjuobjektene ser potensielle fordeler med tillitsbaserte samarbeidsmodeller ovenfor dagens konfliktbaserte. Oppgaven finner at implementeringen av nyere gjennomføringsmodeller skaper evne til og arenaer for samarbeid. Slik oppnås eierskap til prosjektet, ansvarliggjøring av byggeprosjektets aktører og mer pålitelige fremdriftsplaner.

På tross av bransjens generelt positive innstilling ses det få tendenser til helhjertet satsing på samarbeidsmodeller. Dette gir grunn til å konkludere med at byggebransjen i dag er i en vedvarende lock-in situasjon hvor det kreves en betydelig innsats fra alle parter for å realisere potensialet for økt verdiskapning.

Et siste funn er at de nåværende produktivetsmålingene utarbeidet av SSB portretterer et overdrevent bilde av næringens produktivetsnedgang. Det fastslås at byggenæringen per i dag ikke har gode, lett tilgjengelige måleindikatorer for produktivitet på bedrift-, prosess- og projektnivå. Det er god grunn til å *anta* at samarbeidsmodeller vil resultere i økt produktivitet, men antakelsen kan verken bekreftes eller avkreftes da produktivitet foreløpig ikke måles tilstrekkelig.

Innholdsfortegnelse

<i>Forord</i>	<i>I</i>
<i>Sammendrag</i>	<i>III</i>
<i>Figurliste</i>	<i>VI</i>
<i>Tabelliste</i>	<i>VII</i>
<i>Begrepsliste</i>	<i>VIII</i>
DEL 1 INTRODUKSJON OG METODE	1
KAPITTEL 1 <i>Innledning</i>	3
1.1 BAKGRUNNEN FOR ARBEIDET	3
1.2 FORMÅLET MED ARBEIDET	5
1.3 OPPGAVENS OPPBYGNING	5
KAPITTEL 2 <i>Metodikk</i>	7
2.1 FORSKNINGSMETODER.....	7
2.2 METODER FOR INNHENTING AV DATA.....	7
2.3 FEILKILDER	9
DEL 2 GRUNNLEGGENDE TEORI.....	11
KAPITTEL 3 <i>Byggeprosjektet og byggebransjen</i>	13
3.1 EN INNFØRING I PROSJEKT SOM ARBEIDSFORM	13
3.2 FASER OG AKTØRER	13
3.3 VALG AV GJENNOMFØRINGSMODELL	24
KAPITTEL 4 <i>Fremdriftsplanlegging i tradisjonelle gjennomføringsmodeller</i>	29
4.1 HVORFOR FREMDRIFTSPLANLEGGE?.....	29
4.2 HVORDAN LAGER MAN EN FREMDRIFTSPLAN?.....	29
4.3 PROSJEKTNEDBRYTING	29
4.4 AKTIVITETERS VARIGHET	31
KAPITTEL 5 <i>Fremstillingen av fremdriftsplaner</i>	33
5.1 MILEPÆLSPLAN	33
5.2 GANTT-DIAGRAM.....	33
5.3 NETTVERKSPLANLEGGING	34
5.4 SKRÅSTREKSPLANLEGGING.....	35
KAPITTEL 6 <i>Nyere gjennomføringsmodeller og nyere planleggingsmetoder</i>	37
6.1 LEAN CONSTRUCTION.....	37
6.2 SAMSPILLENTREPRISER.....	39
6.3 VDC	39
6.4 PLANLEGGING I 4D.....	42
DEL 3 OPPSUMMERING, DISKUSJON OG KONKLUSJON	43
KAPITTEL 7 <i>Diskusjon</i>	45
7.1 EN OPPSUMMERING AV INTERVJUENE	45
7.2 EN OPPSUMMERING AV CASESTUDIET: RYAN COMPANIES	50
7.3 EVALUERING AV RESULTATENE	53
7.4 ARBEIDET SOM ER GJORT	68
KAPITTEL 8 <i>Konklusjon</i>	71

DEL 4 I REFERANSELISTE OG VEDLEGG.....	73
Referanseliste	75
Vedlegg A I INTERVJULISTE	81
Vedlegg B I INTERVJUGUIDE.....	83
B.1 I SPØRSMÅLSLISTE TIL PROSJEKT- OG PROSJEKTERINGSLEDERE	83
B.2 I SPØRSMÅLSLISTE TIL BYGGHERRE	84
B.4 I SPØRSMÅLSLISTE TIL BASER/FORMENN	86
B.5 I SPØRSMÅLSLISTE TIL BIM-KOORDINATORER.....	87
Vedlegg C I DIGITALE VERKTØY	88
Rene planleggingsverktøy	88
Digitale verktøy til planlegging i 4D	90
Vedlegg D I RYAN COMPANIES.....	91
Vedlegg E	92
Aktiviteters varighet utregnet ved akkordtariff	92
Vedlegg F	93
En introduksjon til PERT	93
Vedlegg G.....	94
Kvalitetssikring og kontrollpraksis i byggeprosjekter	94
Vedlegg H.....	95
Rammeavtaler	95
Vedlegg I I ENTREPRISEFORMENE.....	96
TOTALENTREPRISE.....	96
HOVEDENTREPRISE.....	97
DELT ENTREPRISE	98
GENERALENTREPRISE	99
Vedlegg J.....	100
Kontraksstandarder.....	100
Vedlegg K.....	101
Forskrift om offentlige anskaffelser	101
Vedlegg L	102
Outsourcing i byggebransjen.....	102
Vedlegg M.....	103
Kontraktstyper i byggebransjen	103
Vedlegg N.....	104
Begrepet "fremdriftsplan"	104
Vedlegg O	105
Veidekke og involverende planlegging.....	105
Vedlegg P.....	106
Veien frem til BIM	106
Vedlegg Q	109
Produktivitetsbegreper i byggebransjen	109

Figurliste

Figur 1: Relativ utvikling i total faktorproduktivitet i BA-næringen	3
Figur 2: Oppgavens oppbygning	10
Figur 3: Byggeprosjektets faser og aktører (fritt etter Byggforsk, desember 2003)	17
Figur 4: Byggeprosjektet fra A til N (fritt etter Meland, 2000).....	23
Figur 5: Én-dimensjonal prosjektnedbryting over 5 nivåer (fritt etter Halleraker, 2014)	30
Figur 6: Fire relasjoner mellom aktiviteter i byggeprosjekter (fritt etter Biefeld, 2009)	31
Figur 7: Gantt-diagram.....	33
Figur 8: Knutepunkt	34
Figur 9: CPM, nettverk med tre knutepunkter.....	34
Figur 10: Skråstreksplanlegging. Ugunstig tidssvinn markert i grått.....	35
Figur 11: Tidsbesparelser ved komprimering av skråstreksplanen.....	35
Figur 12: Faseplanlegging ved trimmet bygging, her én gang hver fjerde uke	38
Figur 13: Digital utvikling	39
Figur 14: ICE prosjekteringsmøte i egnet møtelokale.....	41
Figur 15: Fra 3D CAD til 5D CAD.....	42
Figur 16: Tidsbesparelse ved forsering	49
Figur 17: Fremdriftsplanlegging i prosjekteringsmøte hos Ryan Companies.....	51
Figur 18: Kommunikasjonsbarriere under prosjekteringsarbeidet.....	53
Figur 19: Utførelse etter plan og utførelse i virkeligheten.....	54
Figur 20: Besparelser over en toårsperiode etter innføringen av IPD og planlegging i 4D	91
Figur 21: PERT, nettverksrepresentasjon.....	93
Figur 22: Prosjektorganisasjonsplan ved totalentreprise	96
Figur 23: Prosjektorganisasjonsplan ved hovedentreprise	97
Figur 24: Prosjektorganisasjonsplan ved delte entrepriser	98
Figur 25: Prosjektorganisasjonsplan ved generalentrepriser	99
Figur 26: Tidsforbruk på en typisk byggeplass (fritt etter Veidekke, 2008)	105
Figur 27: Bygningsinformasjonsmodellering.....	107

Tabelliste

Tabell 1: Begrepsliste	VIII
Tabell 2: Offentlige instanser involverte i byggeprosjekter	18
Tabell 3: Aktører i byggherreorganisasjonen	19
Tabell 4: Prosjekteringssektoren i byggeprosjekter	20
Tabell 5: Den utførende sektoren i byggeprosjekter	21
Tabell 6: Målstyringsverktøy i VDC (fritt etter Kunz & Fischer, 2009)	41
Tabell 7: Valg av gjennomføringsmodell hos Ryan Companies.....	50
Tabell 8: Utvikling i BAE-næringen i tidsrommet 2003-2013 (etter Espelien et. al, 2015)	61
Tabell 9: Ulike definisjoner av BAE-næringen	62
Tabell 10: Oversikt over gjennomførte intervjuer	81
Tabell 11: Andre digitale planverktøy med mindre brukerbaser	89
Tabell 12: Ordforklaring til VDC Metrics Summary, Ryan Companies	91
Tabell 13: Beregning av forventningsverdi og varians for Figur 13 (etter Rolstadsås, 2011)..	93
Tabell 14: Kontraksstandarder til bruk i forskjellige partnerforhold	100
Tabell 15: Vanlige kontraktstyper i byggeprosjekter (fritt etter Cappelen, 2001)	103
Tabell 16: Fem plannivå i Involverende Planlegging (fritt etter Veidekke, 2008)	105
Tabell 17: Forskjellige produktivitetsbegrep benyttet i forskjellige rapporter	109

Begrepsliste

Tabell 1: Begrepsliste

AML	Arbeidsmiljøloven
BAE	Bygg, anlegg og eiendom
BIM	Building Information Modelling. Løst oversatt til bygningsinformasjonsmodellering
BNL	Byggenæringens Landsforening. En norsk arbeidsgiverorganisasjon for bedrifter i byggenæringen
CIFE	Center for Integrated Facility Engineering
CPM	Critical Path Method
DAK	Data-assistert konstruksjon. Se vedlegg C
DiBK	Direktoratet for Byggkvalitet. Statens sentrale styresmakt for det byggtekniske regelverket
Difi	Direktoratet for forvaltning og IKT
Doffin	Nasjonal kunngjøringsdatabase for offentlige anskaffelser
EBA	Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg. Bransjeforening for entreprenører
EFI	Eksternt finansieringsinitiativ
FOA	Forskrift om offentlig anskaffelse. Se vedlegg K
FDV	Forvaltning, drift og vedlikehold. FDV-dokumenter veileder driftsavdelingen i hvordan byggets bruksverdi og standard best kan bevares etter overtakelse.
HMS	Helsevern, miljøvern og sikkerhet
ICE	Integrated Concurrent Engineering
IFC	Industry Foundation Classes. Standardisert filformat for utveksling av bygningsinformasjonsmodellering.
IPD	Integrated Project Delivery. Egen kontraktsstandard tilegnet trimmet bygging. Utarbeidet av LCI
IPT	Integrert prosjektteam
KOFA	Klagenemnda for offentlig anskaffelse

LOA	Lov om offentlig anskaffelse
LCI	The Lean Construction Institute
LPS	Last Planner System. Planlegging- og oppfølgingsystem ved trimmet bygging
NBEF	Norges bygg- og eiendomsforening
NLA	Norske Arkitekters Landsforening. Medlemsorganisasjon for norske arkitekter
NS	Norsk Standard. Utarbeides av Norges standardiseringsforbund
OBS	Organizational Breakdown Structure. Løst oversatt til organisasjonsstruktur
OPS	Offentlig privat samarbeid
PBL	Plan- og bygningsloven
PERT	Program Evaluation Review Technique
PFI	Privat finansieringsinitiativ
PMI	Project Management Institute
POP	Produkt-, organisasjon- og prosessmodell
PPU	Prosjekt planlagt utført
RIF	Rådgivende Ingeniørers Forening. Bransjeforening for ansatte innenfor rådgivning, planlegging og prosjektledelse i bygg- og anleggsnæringen
SAK10	Forskrift om byggesaksbehandling
SHA	Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø
SINTEF Byggforsk	Forskningsinstitutt med fokus på hele byggeprosessen. Leverer forskningsbasert kunnskap til byggenæringen ("Byggforskserien")
SSB	Statistisk Sentralbyrå
TEK10	Nyeste byggtekniske forskrift med krav til byggverk og produkter til byggverk
TELFO	Tekniske Entreprenørers Landsforening
VDC	Virtual Design and Construction. Gjennomføringsmodell hvor bruk av BIM kombineres med lean-filosofi og trimmet bygging
WBS	Work Breakdown Structure. Løst oversatt til arbeidsstruktur

DEL 1 | INTRODUKSJON OG METODE

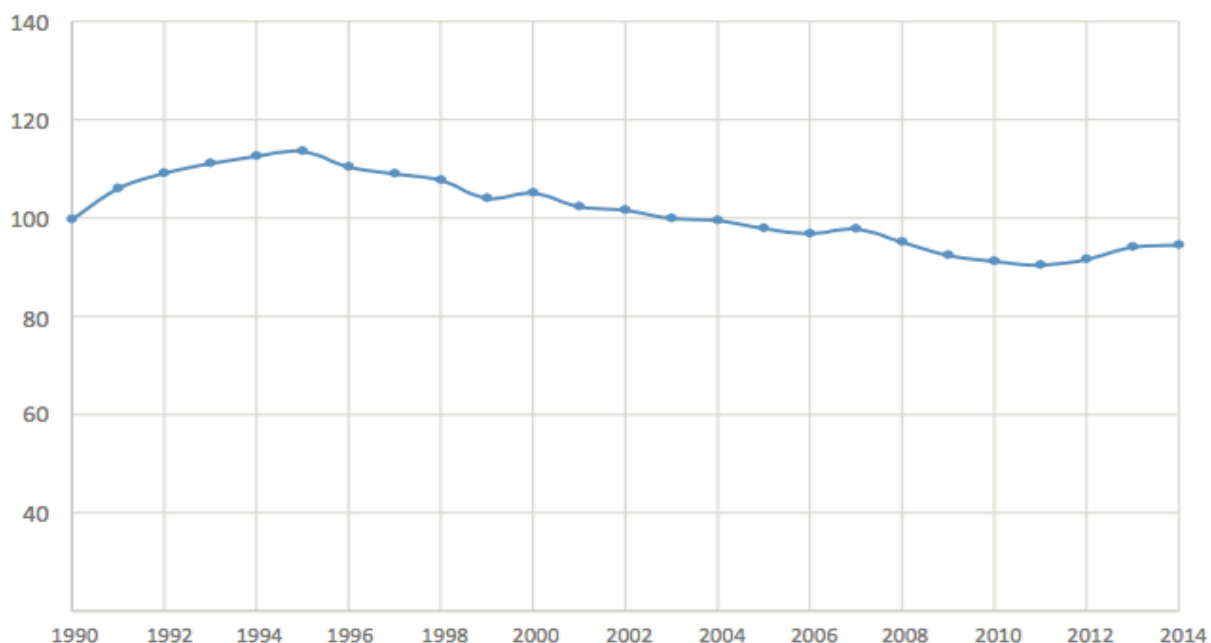
KAPITTEL 1 | Innledning

1.1 BAKGRUNNEN FOR ARBEIDET

Samme hva du gjør i løpet av en dag kommer du utvilsomt i kontakt med bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen¹. I Norge i 2013 omsatte landets nest største næring med 220 000 ansatte for 434 milliarder kroner, hvorav halvparten av verdiskapningen alene øremerkes "oppføring av nye bygninger" (Statistisk Sentralbyrå, 2014). Til tross for store pengeverdier, en stadig økning i antallet nye oppdrag og en økning i verdiskapning², karakteriseres bransjen stadig som lite produktiv, lite innovativ og med et potensiale for verdiskapning som langt fra utnyttes til det fulle (Espelien & Reve, 2007).

Byggebransjen i Norge i dag står ovenfor flere utfordringer. Samtidig som byggeprosjekter har økt i størrelse og kompleksitet, har forsinkelser, sprenge budsjetter og mangel på gode prosjektledere nærmest blitt normen for norsk bygningsproduksjon (Gisvold, 2015). De årlige kostnadene for utbedring av byggeskader³ grunnet feil under prosjektering og bygging utgjør nå hele 2-6% av netto produksjonsverdi – mellom 4 – 12 milliarder kroner – og prosentandelen viser ingen tegn til å avta (Ingvaldsen, 2008). Tidspress og stress gjennom hele byggeprosessen fordyrer, forsinker og gir dårligere kvalitet på sluttproduktene.

Mye av kritikken byggebransjen mottar underbygges med statistikk fra Statistisk Sentralbyrå, hvor tallene illustrerer en gradvis nedgang i produktiviteten⁴ til næringen helt fra 1990 til dags dato (Langlo et al., 2013).



Figur 1: Relativ utvikling i total faktorproduktivitet i BA-næringen. Indeks: 1990 = 100

(Kilde: SSB, nasjonalregnskap 2014)

¹ Omfatter all offentlig og privat virksomhet som på et eller annet vis bidrar til opprettelsen av nybygg og eiendom eller rehabilitering og vedlikehold av eksisterende anlegg og eiendommer

² Økt vekst i verdiskapning fra 1996-2011 med 265% (Produktivitetskommissjonen, 2015)

³ Skader som forårsaker funksjonssvikt og oppdages etter overtakelse av ferdig bygg.

⁴ Mål på hvor mye man skaper av verdier relativt til hvor mye ressurser man bruker (Langlo et al., 2013). På en byggeplass vil eksempelvis et produktivitetsbegrep være arbeidsproduktivitet, som angir verdiskapning pr timeverk. (Gong & Caldas, 2011)

De bakenforliggende årsakene til nedgangen har lenge vært diskutert, og mangel på fremdriftsplanlegging og fremdriftsstyring trekkes frem som hovedpunkter i forklaringen av produktivitetstrenden (Seehusen, 2011). Å koordinere prosjektdeltakere og utarbeide overensstemmelse rundt fremdriftsplanen er krevende oppgaver som ikke lar seg løse i en håndomvending. Som om ikke det er nok å skulle få byggherrer, arkitekter, rådgivende ingeniører, entreprenører og underentreprenører til å bli enige seg i mellom, må man også forholde seg til eksterne interessenter som offentlige myndigheter, lokalbefolkning og relevante fagforeninger (Andersen et al., 2006).

I byggenæringen stilles det spørsmål om tradisjonelle planleggingsmetoder som CPM, PERT og Gantt-skjema fortsatt er tilstrekkelige, da de i beste fall viser en grov forenkling av virkeligheten. En prinsipiell svakhet med de fleste modellene er begrensningen til to dimensjoner (aktiviteter og tid), mens de byggeprosjektene det planlegges for som regel behøver flere - for eksempel (i) aktiviteter, (ii) tid, (iii) ressursbehov og (iv) plasskrav på byggeplassen (Kolltveit et al., 2009).

Det synes også være en generell overensstemmelse om at den store økningen i bygningers kompleksitet kan være en forklarende faktor til produktivitetsutviklingen (Gunnedal, 2014). I tillegg peker mange på en fragmentert og kompleks næring hvor aktørene jobber ut fra ulike verdiskapningslogikker (Bygballe, 2010).

Det har vært igangsatt flere offentlig finansierte forsknings- og utviklingsprosjekter for å snu den negative trenden. 3B-programmet (Bedre Bosteder Billigere) ble igangsatt etter initiativ fra Forskningsrådet allerede i 1985 for å bedre byggenæringens kvalitet og produktivitet. Det treårige prosjektet "Samspill i byggeprosessen" ble igangsatt i 1996, med samme mål om økt produktivitet - nå ved forbedring av indre effektivitet i byggeprosessen. Byggenæringens Landsforbund⁵ og Tekniske Entreprenørers Landsforbund⁶ rettet søkelyset mot konflikter mellom byggherrer og entreprenører i 1998 med BAROK-prosjektet (Bygg og Anlegg, Rekrutering og Kompetanseutvikling). Forskningsinstituttet SINTEF gjennomførte i 2001 et femårig forsknings- og utviklingsprosjekt under navnet "Produktivitet i bygg- og anleggsnæringen". Neste ut var "Byggekostnadsprogrammet" fra 2005 til 2010, et samarbeid mellom staten og byggenæringens organisasjoner med formål å øke byggkvalitet. Bygg21 er så langt siste ut - et langsiktig samarbeid mellom staten og byggenæringen for å utvikle en kunnskapsbasert næring med økt kompetanse og gjennomføringsevne (Bygg21, 2012).

Også næringsaktørene selv jobber aktivt for å snu produktivitetstrenden: Statsbygg jobber aktivt med trimmet bygging. Veidekke fokuserer på effektive byggeprosesser ved bruk av Involverende planlegging. Skanska eier Sam-BIM prosjektet, som ser på bruk av BIM og samhandlingsmodeller. NCC har sin egen samhandlingsmodell i NCC Partnering, og Reinertsen skal redusere byggeprosjekters gjennomføringstid med det såkalte "SpeedUp" prosjektet.

Til tross for langvarig forskning, oppmerksomhet rundt og enighet om tilstedeværelsen av et stort forbedringspotensial går selve forbedringsarbeidene i byggenæringen svært sakte (Arge, 2000). Det er bred enighet om at produktiviteten kan økes betydelig og at mye av forbedringspotensialet er knyttet til bedre fremdriftsplanlegging. (Bygg21, 2012).

⁵ Heretter omtalt under forkortelsen BNL.

⁶ Heretter omtalt under forkortelsen TELFO.

Større og mer komplekse prosjekter stadig høyere krav til samspill mellom deltakere i prosjekter, interoperabilitet mellom dataprogrammer i bruk, bedre verktøy, færre endringsordre og færre spørsmål på byggeplassen. Bruken av BIM (bygningsinformasjonsmodellering) har for alvor etablert seg, og stadig flere bedrifter eksperimenterer med andre, nyere gjennomføringsmodeller. Begreper som Lean Construction (trimmet bygging), samspillentrepriser, VDC og planlegging i 4D høres stadig oftere, og alle setter sitt preg på hvordan man legger fremdriftsplaner i prosjekteringsfasen.

1.2 FORMÅLET MED ARBEIDET

Målet med arbeidet er å undersøke hvordan nyere gjennomføringsmodeller i byggebransjen vil påvirke fremdriftsstyring, hvilket fotfeste disse modellene har fått, og hvorvidt disse kan være en faktor i faktor i å snu den bekymringsverdige produktivetsnedgangen i bransjen. Problemstillingen blir da som følger:

Kan nyere gjennomføringsmodeller innenfor byggebransjen legge forholdene til rette for effektiv fremdriftsplanlegging og/eller økt produktivitet?

Oppgaven vil ta utgangspunkt i en teoretisk forundersøkelse av både tradisjonelle og nyskapende verktøy og planleggingsmetoder, før kvalitative intervju vil danne grunnlaget for oppgavens drøfting, konklusjon og avsluttende kapitler.

1.3 OPPGAVENS OPPBYGNING

Del I: Introduksjon og metode

Første kapittel er en introduksjon til masteroppgaven og redegjør for bakgrunnen for og formålet med arbeidet. Kapittel 2 tar for seg valg av forskningsmetode, metoder for innhenting av data, kvalitetssikring av nevnte data og eventuelle feilkilder ved valgt forskningsmetode.

Del II: Teoretisk del

Andre del av oppgaven representerer resultatet av en teoretisk forundersøkelse. Kapittel 3 gir en innføring i byggeprosjekter og byggeprosessen, herunder tradisjonelle gjennomføringsmodeller, før kapittel 4 og 5 tar for seg tradisjonell fremdriftsplanlegging. Videre tar kapittelet 6 for seg nye arbeidsmetoder og gjennomføringsmodeller i byggebransjen, samt hva de nevnte metodene har å si for fremdriftsplanlegging og prosjekteringsarbeid. Under denne litteraturgjennomgangen vil tidligere forskning innenfor emnet utredes med beskrivelser og kommentarer.

Del III: Diskusjon, oppsummering og konklusjon

I oppgavens tredje og nest siste del presenteres og diskuteres resultatene fra de gjennomførte intervjuene og casestudiet av Ryan Companies. Den tilegnede kunnskapen forsøkes knyttet sammen til eksisterende kunnskap fra litteratursøket. Det kartlegges hvilke gjennomføringsmodeller som har fotfeste i byggebransjen og hvordan ulike aktører i dag utarbeider fremdriftsplaner. Videre spekuleres det i hvorvidt nyere gjennomføringsmodeller kan føre til bedre fremdriftsplanlegging og, følgelig, endre produktivitetstrenden i bransjen.

Til slutt diskuteres svakheter i oppgavens behandlinger av problemstillingen, før kapittelet avsluttes med forslag til videre arbeid. Oppgavens endelige kapittel 8 oppsummerer drøftingen i en kort konklusjon.

Del IV: Referanseliste og vedlegg

Den siste delen av oppgaven består av en referanseliste og supplerende vedlegg som ytterligere adresserer detaljene rundt problemstillingen. De viktigste vedleggene er A, B, C og D. Vedlegg A representerer en liste over alle intervjuene som ble foretatt. Vedlegg B inneholder fem intervjuguider som ble brukt til de forskjellige intervjuene. Vedlegg C gir en kort innføring i hvilke digitale verktøy som er tilgjengelige for å bedrive fremdriftsplanlegging, før Vedlegg D er et internt dokument fra Ryan Companies som viser besparelser bedriften har gjort ved bruk av IPD og planlegging i 4D.

De resterende vedleggene er utbroderende materiale til ord og konsepter omtalt ellers i oppgaveteksten.

KAPITTEL 2 | Metodikk

Tidlig, og riktig valg av metode kan ha store konsekvenser for selve utførelsen av forskningsarbeid, og vil ofte være en avgjørende faktor i hvorvidt du lykkes i arbeidet eller ei. (Dalland, 2012) Dette metodekapittelet tar for seg hvilke forskningsmetoder masteroppgaven benytter seg av, og begrunner valget av disse. Til slutt redegjøres det for forskningsmetodenes validitet og relabilitet, og hva som har blitt gjort for å forsterke disse.

2.1 FORSKNINGSMETODER

Hvilken forskningsmetode man velger å benytte seg av avgjør hvordan man samler inn data. Metodene kan deles inn i to hovedkategorier; kvalitativ og kvantitativ forskning. Kvantitativ eller empirisk forskning gir data i form av målbare enheter, hvor forskeren har stort fokus på å redusere sin egen innvirkning på undersøkelsen. I kvalitativ forskning tas det sikte på å gå i dybden og fange opp meninger som ikke lar seg tallfeste og måle, og forskeren har følgelig selv stor betydning for både forskningsprosessen og resultatet.

I denne oppgaven er det valgt å benytte kvalitativ metode. For å kunne svare på problemstillingen kreves det relevant og oppdatert kunnskap om byggebransjen i Norge, noe som best kan oppnås ved direkte kontakt med yrkesaktive i bransjen (Dalland, 2012). Ønsket om å gå i dybden av forskningsmaterialet ved å ha direkte kommunikasjon med byggenæringen lå også til grunne for valget av kvalitativ forskningsmetode.

2.2 METODER FOR INNHENTING AV DATA

Oppgaven har benyttet seg av tre metoder for datainnsamling: (i) bruk av eksisterende data (tekst- og dokumentundersøkelser), (ii) halvstrukturerte intervjuer og (iii) casestudie. Casestudiet er av et amerikansk konstruksjonsfirma under navnet Ryan Companies, som har hatt stor suksess med programvaren Synchro som verktøy for fremdriftsplanlegging.

2.2.1 Litteraturstudie

Bruk av eksisterende forskning på området og tekst- og dokumentundersøkelser kan sammen sies å danne en litteraturstudie, som har vært grunnlaget for de teoretiske delen av oppgaven. Å bruke publiserte kilder det er lett å lete opp igjen har lagt i fokus.

Universitetsbibliotekets søkemotor Oria ble brukt som hovedkilde til å finne faglitteratur rundt emnet, med søk i fulltekstdatabaser som supplerende kilde. Databasene som har vært mest benyttet er Academic Search Elite, ScienceDirect og Science Online. Da oppgaven konsentrerer seg rundt byggebransjen i Norge har det vært ønskelig å benytte norsk litteratur i så stor grad som mulig. Da denne begrenses til få bøker, mange også av en viss alder, ble det tidlig sett seg nødvendig å også benytte utenlandsk litteratur.

Det finnes tilsynelatende få bøker som konsentrerer seg spesifikt om nyere gjennomføringsmodeller som Lean Construction, samspillentrepriser og VDC/planlegging i 4D. Metodene omtales gjerne kort og ufullstendig i faglitteraturen, så her har oppgaven vært avhengig av utredninger og vitenskapelige artikler funnet i de overnevnte fulltekstdatabasene.

Norske rapporter som har vært undersøkt har i hovedsak vært utarbeidet i regi av organisasjoner som DiBK, BNL, SINTEF, TELFO og Byggforsk. Sluttrapportene etter det statlig finansierte *Byggekostnadsprogrammet*⁷ også vært en god litteraturkilde. Samtlige av rapportene er samlet på prosjektets egen nettside, www.byggekostnader.no. Relevante lover som har vært i søkelyset er først og fremst lov om planlegging og byggesaksbehandling, heretter plan- og bygningsloven, byggesaksforskriften og forskrift om offentlige anskaffelser.

2.2.2 Intervju

Intervju ble valgt som én av hovedmetodene for innhenting av data da bruken åpner for en mer fleksibel tilnærming. Eksempelvis ville en kvantitativ spørreundersøkelse kanskje nådd et større antall intervjuobjekter, men svaralternativene ville samtidig være fastsatt av oppgavens forfatter. Slik begrenses datainnsamlingen til den kunnskapen oppgavens forfatter allerede satt på rundt temaet. Intervju anbefales i situasjoner hvor du ikke bare ønsker å vite hva intervjuobjektene tenker, men også hvilke grunner og motiv vedkommende har for disse holdningene og meningene. (Keats, 2000)

Det ble bestemt å gjennomføre *halvstrukturerte intervjuer* for å oppnå større fleksibilitet i samtalsituasjonen, og å ha muligheten til å følge opp interessante emner som dukket opp underveis. En mindre formell stemning under intervjuene ble også vurdert som fordelaktig, da intervjuobjekter i avslappede omstendigheter kanskje avdekker forhold som ellers ikke ville kommet frem i et mer strukturert intervju. (Hjardemaal et al., 2002) Ved å strukturere og styre spørsmål vil forskeren få tilbake ryddige forskningsdata som er lette å tolke og databehandle, men med lav strukturering og styring kan en få tilbake det uventede og overraskende fra informantene. (Mellin-Olsen, 1996)

Flertallet av intervjuene ble utført ansikt-til-ansikt, som en løs samtale med en intervjuguide som retningsveiledning. Tilstedeværelse i samme lokale som intervjuobjektet var ønskelig da en kan notere tonefall og observere ikke-verbale kommunikasjon. Kroppsspråk innebærer ansiktsuttrykk, positur og bevegelse, og kan både bekrefte og avkrefte gyldigheten på budskapet som formidles da det skjer ubevisst. (Gallois & Callan, 1997) Unntakene er to intervju som ble gjennomført som videosamtaler, og intervjuene av baser/formenn som ble gjort ved epost-korrespondanse. Det ble gjort forsøk på å intervju baser ansikt-til-ansikt, men dette lot seg dessverre ikke gjøre grunnet naturen av basenes arbeid.

Gruppeintervju ble vurdert som en spennende metode for datainnsamling da flere deltakere kan oppfordre til diskusjon innad i gruppen. Det ble gjennomført ett forsøk på å organisere et slikt intervju, men metoden ble raskt vurdert som for tidkrevende. Samtlige av intervjuobjektene som var aktuelle for masteroppgaven er ansatt heltid i forskjellige selskaper rundt omkring hele Rogaland, så tilnærmingen ble for tidkrevende tatt i betraktning masteroppgavens tidsbegrensning. Gruppeintervju ble også gått vekk fra på basis av at slike situasjoner kan føre til at enkelte trekker seg tilbake og blir sittende i skyggen av andre.

⁷ Se avsnitt 1.1.

2.2.3 Casestudie

For å innhente data og erfaring om arbeidsmetoder og gjennomføringsmodeller som ikke har fått godt fotfeste i Norge enda, ble det bestemt å gjennomføre en liten casestudie av det amerikanske konstruksjonsselskapet Ryan Companies. Forfatteren ble satt i kontakt med bedriften av intervjuobjektet Tom Dengenis, etter forespørsel om kontaktinformasjon til et selskap med relativt lang erfaring med planlegging i 4D.

Casestudiet ble gjennomført på basis av en videopresentasjon og ett intervju av Mike Prefling, samt tilsendte interne dokumenter fra Ryan Companies.

2.3 FEILKILDER

2.3.1 Feilkilder ved litteraturstudiet

Feilkilder ved litteraturstudiet kan henge sammen med hvilke søkemotorer, hvilke søkeord og hvilke databaser jeg har valgt å benytte. Søkeordene som ble benyttet til litteraturstudiet er begrenset til forfatterens kunnskap om problemstillingen på søkets tidspunkt. Dette kan ha vært en mulig feilkilde, da det ikke finnes noen garanti for at de beste søkeordene ble benyttet. Av fagdatabasene ble ScienceDirect mest benyttet da søkemotorens oppsett gjorde det enklere å sortere søkeresultatene. Å foretrekke denne databasen ovenfor andre kan ha vært en feilvurdering da man kan ha gått glipp av mye relevant faglitteratur.

En annen feilkilde kan være ukritisk bruk av pensumbøker. Mange lærebøker er sekundærlitteratur, altså kunnskapsoppsummeringer basert på kritisk gjennomgang og vurdering av primærstudier. (Dalland, 2012) Det er ikke selvsagt at alt som står skrevet og innbundet representerer en nøyaktig representasjon av byggebransjen.

En siste feilkilde knyttet til litteraturstudier er hvorvidt litteratursøket har vært gjennomført grundig nok. Masteroppgaven skal ferdigstilles innen en fastslått tidsfrist, så det er mulig det har blitt disponert for lite tid til teoretiske undersøkelser.

2.3.2 Feilkilder ved halvstrukturerte intervju

Uansett hvor objektiv en som intervjuer prøver å være vil intervju alltid være en subjektiv metode for datainnsamling. Her tilknyttet det to forskjellige feilkilder: for det første kan det være en ulempe at forfatteren har gjennomført intervjuene alene, uten en sidemann som kan kontrollsjekke at beskjedene som ble sendt ble oppfattet korrekt. For det andre kan forfatteren ubevisst ha vært ledende i måten spørsmålet ble stilt på, noe som vil påvirke responsen man mottar.

2.3.3 Feilkilder ved casestudie

En mulig feilkilde ved bruken av casestudie oppstår da en skal trekke generelle slutninger på bakgrunn av en studie av én enhet (Wæhle & Sterri, 2014). Man kan sjelden vite med sikkerhet at den enheten man har valgt å studere, i dette tilfellet Ryan Companies, er representativ for andre entreprenører. Generelt kan man si at jo dypere man undersøker en spesifikk case, jo vanskeligere blir det å generalisere casestudiens resultater (George & Bennett, 2005).

2.4 KVALITETSSIKRING AV DATA

Forskning har som mål å frembringe ny og troverdig kunnskap (Mellin-Olsen, 1996). For å kunne oppfylle disse kravene er det derfor viktig at datainnsamlingen som forskningen baseres på er relevant og pålitelig. Begrepet *validitet* forteller om i hvilken grad resultatene fra innsamlingen er gjeldende. Begrepet *reliabilitet* forteller om innsamlingens pålitelighet.

2.4.1 Validitet

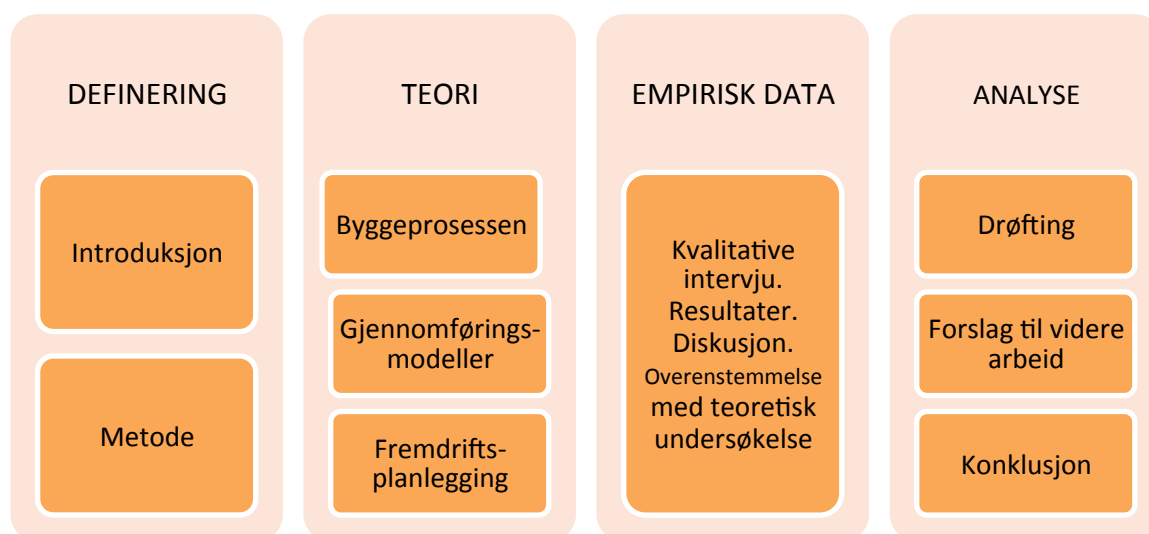
For å øke validiteten til litteraturstudien har det vært fokus på å i hovedsak benytte nyere litteratur til å belyse problemstillingen. Det har også vært et poeng at de benyttede bøkene kommer fra respekterte forlag, og også gjerne er blitt benyttet til undervisningsformål. Da alle forskningsrapporter og utredninger som publiseres på de benyttede fagdatabasene revideres før opplasting, ble validiteten antatt som god.

For å øke validiteten under intervjuene ble en intervjuguide utarbeidet for å sikre at intervjuobjektene hele tiden holdt seg til emnet, og at responsen ble relevant for problemstillingen.

2.4.2 Reliabilitet

En mulig feilkilde ved intervju som forskningsform er hvor pålitelig informasjonen du mottar er. For å øke reliabiliteten ble det derfor valgt intervjuobjekter fra flere forskjellige bedrifter i flere, forskjellige stillinger alle relevante for å belyse problemstillingen fra flere synsvinkler. Videre ble det stilt like spørsmål til intervjuobjekter i forskjellige bedrifter med tilsvarende stillinger, for å undersøke hvorvidt de svarte det samme.

En annen måte å øke reliabiliteten på er å gjennomføre et nytt intervju med samme intervjuobjekt, for så å stille samme spørsmål i en omformulert variant. Slik får en sett hvor konsekvent objektet er i sin respons. (Keats, 2000) Da dette av tidsøkonomiske grunner ikke var gjennomførbart, ble en gjengivelse av hvert enkelt intervju tilsendt intervjuobjektet neste dag. Få valgte å korrigere skrevet i stor grad, noe som kan tyde på god pålitelighet.



Figur 2: Oppgavens oppbygning

DEL 2 | GRUNNLEGGENDE TEORI

KAPITTEL 3 | Byggeprosjektet og byggebransjen

3.1 EN INNFØRING I PROSJEKT SOM ARBEIDSFORM

Prosjekt har de siste tiårene blitt en av de vanligste arbeidsmetodene å løse bestemte oppgaver på, både i næringsliv og forvaltning (Rolstadås, 2011). Metoden er dominerende innenfor byggenæringen, som tradisjonelt organiserer og gjennomfører byggeprosessen etter prosjektmodellen (Meland, 2000). En kjapp introduksjon til prosjekt som arbeidsform vil følgelig gi innsikt for leseren videre.

Project Management Institute, heretter PMI, definerer et prosjekt som en ”midlertidig anstrengelse for å skape et unikt produkt eller et unikt servicetilbud” (2008). Nøkkelordet her er *unik*, noe som gjenspeiles i kjennetrekken til prosjekt som arbeidsform:

- Et prosjekt er en oppgave som utføres én gang
- Et prosjekt er rettet mot fremskaffelse av et produkt som er unikt
- Et prosjekt krever ressurser for å gjennomføres
- Gjennomføringen av et prosjekt er begrenset med hensyn til tid og kostnader

Et utvalg av litteraturen understreker viktigheten av å gi prosjekter klare, bestemte start- og slutt punkt (Christensen & Kreiner, 1999). Andre påpeker at *ideelle* prosjekter har en tydelig og tidlig definert start og slutt, men at oppnåelsen av de fastsatte tidsfristene så godt som aldri forekommer i virkeligheten (Wysocki, 2012).

I sammenheng med de fire overnevnte karakteristika blir prosjekt som arbeidsform først aktuell ved oppgaver av engangsnatur – et kjennetegn ved byggenæringen. Selv om det finnes unntak i form av for eksempel typehus⁸, realiseres de aller fleste byggverk i bare ett eksemplar, i motsetning til for eksempel serieproduserte biler (Meland, 2000).

3.2 FASER OG AKTØRER

Byggenæringen er en av Norges største næringer, både i antall bedrifter, omsetning og årlig verdiskapning. Næringen kan også sies å være landets mest komplekse; et mylder av fag, industrier og interessenter – *aktører* – alle med ulike spesialiseringer, inngår i byggeprosessen fra idé og investering til ferdig bygg, og videre gjennom drift og vedlikehold til avvikling og riving (Bygg21, 2012). Før man går i detaljene rundt gjennomføringsmodeller, fremdriftsplanlegging og produktivitet i byggeprosjekter er det viktig å ha en grunnleggende forståelse av byggenæringens aktører og prosjekters typiske gange.

⁸ Standardisert utforming av et bolighus med henblikk på fremstilling i større antall. (Kilde: <https://snl.no/typehus>)

3.2.1 Byggeprosessen forklart i fem faser

1. Programmering

Under programmeringsarbeidet skal det settes krav og definisjoner til hvilke funksjoner og kvaliteter konstruksjonen skal ha (Meland, 2000). Det handler om å innhente og analysere informasjon om byggeprosjektet for å sikre at det gjennomføres i samsvar med byggherrens krav og behov. Byggherren har selv ansvaret for at programmeringsarbeidet gjennomføres, men det er ikke uvanlig å leie inn eksterne eksperter/rådgivere for å få mest mulig ut av prosessen (Gjestland, 2003). Det utarbeides et byggeprogram⁹ som beskriver fastslåtte funksjonskrav: romprogram, kravspesifikasjoner og pris-/kostnadsrammer. Det er sjelden et skarpt skille mellom programmerings- og prosjekteringsarbeid, og de to prosessene kan delvis overlape hverandre (Lædre, 2006).

2. Prosjekt- og kontraktstrategi

I prosjekt- og kontraktstrategifasen skal byggherren selv velge en strategi for prosjektering, utførelse, markedsføring og salg. Det blir avgjort hvilken gjennomføringsmodell som skal benyttes, og det redegjøres for hvilket ansvar og hvor stor risiko byggherren skal bære. Har byggherren ansatt konsulenter er de ansvarlige for å rådggi byggherren og utarbeide konsekvensene av valgene som skal tas. I sammenheng med markedsføring og salg blir det allerede nå utarbeidet en grov fremdriftsplan med milepæler for salget og planlagt oppstart (Elnan et al., 2007).

3. Prosjekteringsfasen

Prosjektering er den tekniske planleggingen av prosjektresultatet, og har til formål å definere sluttresultatet i detalj (Rolstadås, 2011). På grunnlag av byggeprogrammet kontraherer byggherren arkitekter og rådgivende ingeniører til å utvikle det grunnlaget entreprenørene skal konkurrere om (Elnan et al., 2007). I skisseprosjektet tegner arkitekter en grov fremstilling av bygget og et grovt kostnadsoverslag. Neste steg er forprosjektet, hvor en finpussing av de eksisterende illustrasjonene danner grunnlaget for en rammesøknad.¹⁰ I hovedprosjektet blir den endelige utformingen av prosjektet fastslått, og etter at detaljprosjekteringen ferdigproduserer detaljerte arbeidstegninger kan det endelig søkes om igangsettingstillatelse¹¹ av kommunen.

Prosjekteringsarbeidet resulterer i et anbudsdokument¹², anbudsinnbydelser og en endelig kontraktsinngåelse med utvalgte entreprenører. Unntaket er totalentrepriser, hvor denne kontrakten sluttes allerede etter forprosjektet; totalentreprenører har da også ansvar for prosjekteringsprosessen (Lædre, 2006).

⁹ Skal skriftlig gi informasjon om alle forutsetninger som ligger til grunn for prosjektet, samt krav og forventninger som stilles til det ferdige bygget. Dokumentet utarbeides av byggherren og rådgiver(e), og er "bestillingen" av byggets prosjektering.

¹⁰ Sendes til kommunen av ansvarlig søker. Kommunen tar en samfunnsmessig vurdering på hvorvidt man får bygge på den ønskede tomten eller ei. (PBL:2008, kapittel 16: Saksbehandling)

¹¹ Tiltakshaverens erklæring om at de tekniske kravene til bygget er oppfylte, og en begjæring om igangsettingstillatelse.

¹² Se avsnitt 3.3: Valg av gjennomføringsmodell

4. Anleggs- og byggeprosess

Utførelsen av konstruksjonen består av to underprosesser: Først *montering*, hvor bygget reises i henhold til anbudsdokumentet, byggeprogrammet og detaljtegningene, og så *overtakelse*, hvor det ferdigstilte bygget leveres til tiltakshaver.

I monteringsprosessen skal de kontraherte utførende utarbeide en fremdriftsplan på grunnlag av den grove tidsplanen bestemt i anbudsdokumentet. Tiltakshaver velger seg en byggeleder og entreprenørene velger sine ansvarshavende. Videre skal en kvalitetssikringsplan¹³ og en HMS-plan¹⁴ fastslås for å legge til rette for en trygg og lovlydig utførelse.

Ved overtakelse avsluttes kontraktssamarbeidet. Før overtakelsen finner sted må ansvarlig søker sende inn en anmodning om ferdigattest til kommunen. PBL §24-10 fastslår at kommunen skal utstede ferdigattest hvis de nødvendige sluttdokumentene foreligger. Byggesaksforskriftens §5-5 fastslår hvilke sluttdokumenter som må være tilstede for å få anmodningen godkjent.

Endelig overtakelse markeres med en befaring og gjennomgang av det endelige byggverket. Ved godkjenning av kvaliteten på arbeidet overtas både bygget og tilhørende FDV-dokumentasjon¹⁵ av tiltakshaver. Hvis det avdukes mangler under inspeksjonen kan byggherren nekte å overta bygget før anmerkningene utbedres i henhold til kravene satt i anbudsdokumentene.¹⁶

5. Drift- og vedlikehold

I sammenheng med overtakelse skal et hvert bygg gjennom en prøvedriftsperiode over 3-6 måneder hvor entreprenøren har ansvar for drift og vedlikehold. Det skal avtales på forhånd hvorvidt perioden skal finne sted før eller etter selve overtakelsen av bygget.¹⁷ Etter overtakelse begynner garantitiden¹⁸ å løpe. Den overvåkes av byggherre slik at eventuelle feil eller mangler utbedres før fristen utgår. Finner oppdragsgiver avvik fra kontraktsdokumentene kan det kreves utbedring eller erstatning fra enten de prosjekterende eller de utførende.

¹³ Ansvarlige utførende skal ha system for å sikre og dokumentere at krav i PBL er oppfylt (PBL:2008).

¹⁴ Tiltakshaver er forpliktet av Arbeidstilsynet til å påse at sikkerhet, helse og arbeidsmiljø blir ivaretatt gjennom hele bygge- og anleggsprosessen.

¹⁵ Overleveres fra ansvarlig søker til tiltakshaver etter krav fra DiBK innført 1. juli 2010

¹⁶ NS 8407:2011 pkt. 37 Byggherrens rett til å nekte overtakelse

¹⁷ NS 8407:2011 pkt. 38.2 Prøvedrift

¹⁸ Reklamasjoner på arbeid skal rapporteres senest innen fem år etter overtakelse.

3.2.2 En notis om parallellprosjektering

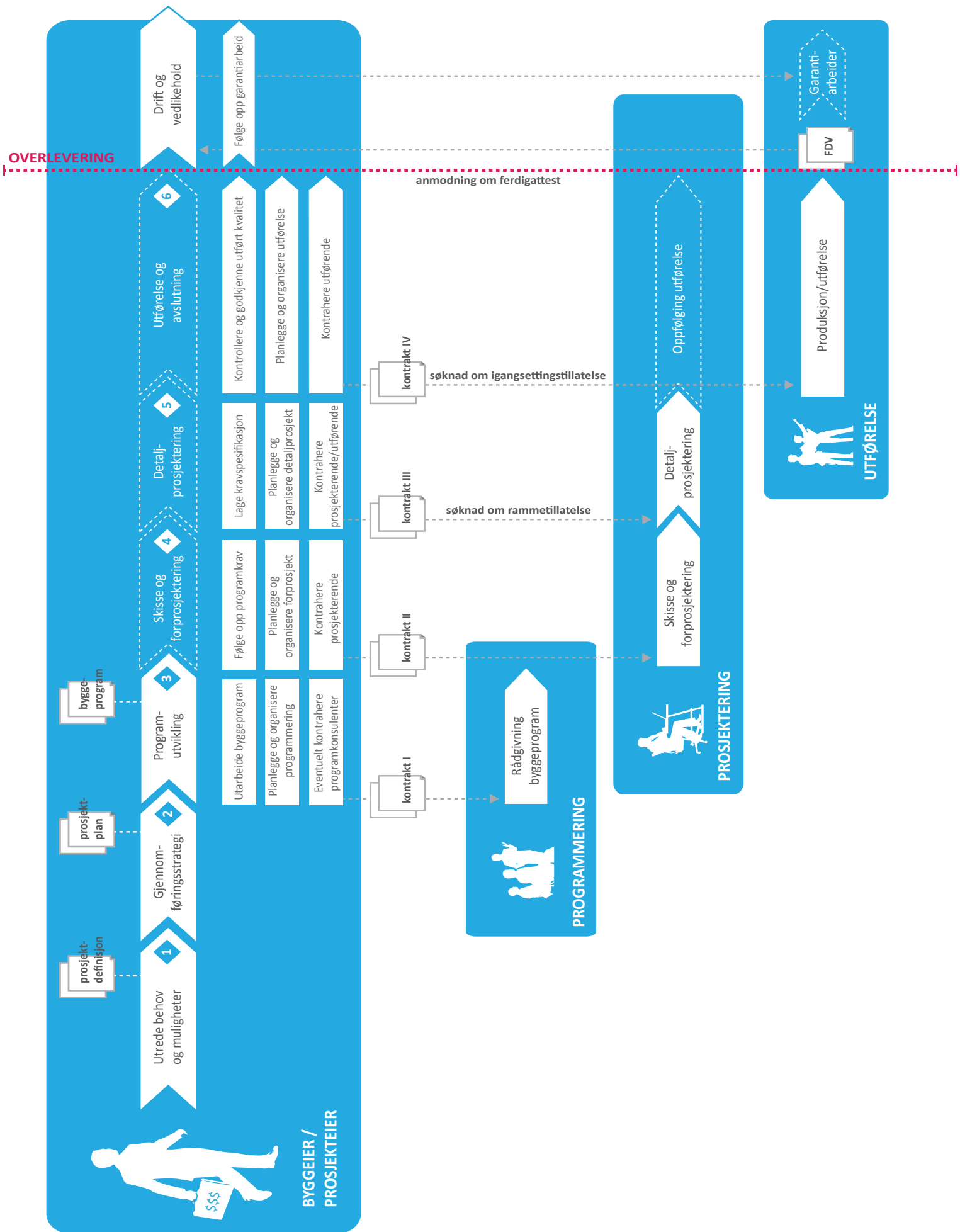
Parallellprosjektering, eller *fast tracking*, gir byggherren muligheten til å spare tid ved at noen arbeider blir påbegynt mens andre fortsatt prosjekteres. Arbeidsmetoden er svært vanlig, og kan i varierende grad ses på majoriteten av alle byggeprosjekter.

Eksempler på parallellprosjektering er som følger:

- I. Programmeringsprosessen og prosjekteringsprosessen (byggeprogrammet utarbeides gradvis i samarbeid mellom prosjektets eier, rådgivende ingeniører og eksterne parter, for eksempel brukere).
- II. Prosjekteringsprosessen og produksjonsfasen (innredningsløsninger trenger ikke være ferdig prosjektert før fundamentet påbegynnes).

Selv om parallellprosjektering kan være tidsbesparende, er det også ulemper med tilnærmingen. Først og fremst øker risikoen hvis det oppstår endringer i byggeprosjektet. Er konstruksjonen allerede i gang da feilen oppdages kan dette føre til en økning i både kostnad og motproduktiv tid.¹⁹

¹⁹ Tid som går tapt grunnet feil hvor man først må fjerne det som er gjort, for så å bygge det på nytt.



Figur 3: Byggeprosjektets faser og aktører (fritt etter Byggforsk, desember 2003)

3.2.3 Aktører i byggeprosjektet

I grove hovedtrekk har alle byggeprosjekter en utbygger (byggherreorganisasjon), en sluttbruker (brukerorganisasjon), en prosjekterende gruppe (prosjekteringsorganisasjon) og en utførende/produserende gruppe (entreprenør- og leverandørorganisasjonen). Byggenæringen har flerfoldige stillingsbeskrivelser som opptrer med ulike kompetanser til ulike tider av prosjektets fremgang. Generelt kan man si at jo større prosjektene er, jo flere aktører involveres gjennom byggeprosessen. Forståelsen av rollene ligger til grunn for forståelsen av drøftingskapittelet.

Tabell 2: Offentlige instanser involverte i byggeprosjekter

Plan- og bygningsetaten	Plan- og bygningsetaten har ansvaret for kommunens overordnede arealplanlegging, plan- og byggesaksbehandling og kartforvaltning. Enhver byggherre må forholde seg til sin kommunale etat under gjennomføringen av et byggeprosjekt, for eksempel ved søknad om rammetillatelse og igangsettingstillatelse.
Direktoratet for byggekvalitet	Direktoratet for byggkvalitet, heretter DiBK, er et nasjonalt kompetansesenter med kunnskap om gjeldende lover og forskrifter innenfor det bygningstekniske regelverket (Plan- og Bygningsloven, heretter PBL). Direktoratet har som oppgave å veilede og informere om nye byggeregler, byggkvalitet og byggesaksprosess. Videre driver også DiBK ordningen for sentral godkjenning av foretak etter plan- og bygningsloven (NOU, 2015).
Byantikvaren	Byantikvaren arbeider for å verne kulturminner og ivareta byområders identitet. Byantikvaren er en informasjonskanal og rådgiver for alle spørsmål om verneverdig eiendom.
Arbeidstilsynet	Arbeidstilsynet er en statlig etat, underlagt Arbeids- og sosialdepartementet (NOU, 2013). Etatens oppgave er å sikre at offentlige og private virksomheter overholder kravene fastsatt i arbeidsmiljøloven. Det er eksempelvis høye krav til helse, miljø og sikkerhet på arbeidsplasser, noe som omtales i byggherreforskriften. ²⁰

²⁰ Skal verne arbeidstakere mot farer på bygge- eller anleggsplasser under planlegging, prosjektering og utførelse av byggearbeidet. Se avsnitt 3.2.4

Tabell 3: Aktører i byggherreorganisasjonen

Tiltakshaver/byggherre Begrepene *byggherre* og *tiltakshaver* brukes gjerne om hverandre i dagligtale, til tross for at de i realiteten ikke er synonymer. Meland (2000) påpeker at begrepet *tiltakshaver* skal benyttes for alle tiltak som krever søknad og tillatelse²¹, og følgelig er mer omfattende enn begrepet *byggherre*.

Begrepet *byggherre* omtales i byggherreforskriften som enhver fysisk eller juridisk person som får utført et bygge- eller anleggsarbeid.²² Byggherren har følgelig rettighetene til sluttresultatet av byggeprosessen (Meland, 2000). Både enkeltpersoner, en organisasjon, et firma, en etat eller myndigheter kan ta på seg rollen (Wigen, 1992). Byggherren kan i tillegg ha én eller flere av rollene som bruker, eier, utleier, finansier, utbygger og oppdragsgiver (Havnes et al., 2009).

Byggherren er juridisk eier av bygget, og endelig økonomisk ansvarlig. Andre ansvarsområder er igangsettelsen av byggeprosessen, oppdragsgiver til entreprenørene, endelig beslutningstaker og definering og fastsetting av rammer og funksjonskrav for den ferdige bygningen.

- *Forbruker-/engangsbyggherre* betegner de som opptrer som tiltakshaver en gang i livet. Et eksempel er oppføring av en bygning til privat bruk. Det er tenkelig at engangsbygggherrer i større grad er avhengig av rådgivende tjenester for å gjennomføre samtlige av byggherrens funksjoner.
- *Profesjonelle bygggherrer* er i likhet med engangsbyggherren økonomisk ansvarlig for bygget, men bruker det ikke nødvendigvis selv. En eksempel på en profesjonell byggherre er et foretak som selv kjøper og utvikler tomter, for så å selge ferdige boenheter.
- *Offentlige bygggherrer* er statlige tiltakshavere ansvarlige for utbygging av offentlige bygg og infrastruktur. Et eksempel er Statsbygg (Hovland, 2006).

Prosjektleder

Prosjektlederen ivaretar byggherrens interesser og er prosjektets øverste administrative leder. Personen har gjerne tett kommunikasjon med byggeieren, og fungerer som hans stedfortreder på byggeplassen.²³ Prosjektlederen deltar ikke i selve prosjekteringsarbeidet, men har ansvaret for å styre byggesaken og koordinere alle involverte parter og oppgaver.

Videre er arbeidsoppgaver som fremdriftsstyring, kostnads- og kvalitetskontroll og regnskapsføring også nevneverdige.

²¹ PBL:2008 §93

²² Byggherreforskriften 2009, pkt. 1.4b.

²³ Byggherreforskriften fastslår at en prosjektleder skal ivareta tiltakshavers interesser og ansvar

I totalentrepriser kan prosjektlederfunksjonen dekkes av totalentreprenøren, da hovedansvaret for administrasjonen og gjennomføringen av byggeprosessen ligger i deres hender. Ellers utnevner byggherren selv prosjektlederen.

Byggeleder

Byggelederen opptrer som et bindeledd mellom byggherren og entreprenør- og leverandørbedriftene i prosjektet. Byggelederen skal avlaste byggherren og byggherrens prosjektleder, og er ansvarlig for administrasjonsarbeid, ledelse og daglige beslutninger som må tas på byggeplassen (Meland, 2000).

Kontraksstandarden NS 8403 er utarbeidet for bruk i kontraktsforhold mellom tiltakshaver og byggeleder.²⁴ I totalentrepriser faller byggelederstillingen vanligvis vekk, og rollen erstattes for eksempel med en teknisk kontrollør.

Tradisjonelt sett var byggelederen ansvarlig for å føre tilsyn og kvalitetssikring av det fysiske arbeidet som ble utført på byggeplassen (Wigen, 1992). Etter revisjoner av PBL skal den offentligrettslige kontrollen i dag gjennomføres av en uavhengig, godkjent tredje part.²⁵

Tabell 4: Prosjekteringssektoren i byggeprosjekter

Prosjekteringsleder

Prosjekteringslederen har det faglige og administrative ansvaret for prosjekteringsgruppen bestående av arkitekter og rådgivende ingeniører. Funksjonen kan ivaretas av én av de prosjekterende, men det er i nyere tid blitt vanlig at stillingen dekkes av en person med prosjektadministrativ bakgrunn fra byggebransjen (Meland, 2000). Stillingen kan også omtales som "prosjekteringskoordinator".

Norske prosjekteringsfirmaer er sjelden tverrfaglig sammensatt. Prosjekteringsgruppen sammensettes gjerne med personer fra flere enkeltfirmaer, og prosjekteringslederens evne til å få til samarbeid innad i gruppen er avgjørende for en vellykket prosjekteringsfase (Byggefagrådet, 1986).

Arkitekt²⁶

Arkitekten i et byggeprosjekt er den som skisserer og utformer bygget/anlegget på grunnlag av byggeprogrammet. Arkitektens rolle er å sammenfatte estetiske, funksjonelle og tekniske krav (Meland, 2000). Faggruppen kan opptre som både prosjekteringsledere, prosjektledere, ansvarlige søkere og HMS-

²⁴ NS 8403:2005, Alminnelige kontraktsbestemmelser for byggelederoppdrag

²⁵ Jf. Vedlegg G: Kvalitetssikring og kontrollpraksis i byggeprosjekter

²⁶ Begrepet *arkitekt* omfatter her arkitekter, landskapsarkitekter og interiørarkitekter.

koordinatorer²⁷ (Arkitektbedriftene, 2010).

Arkitekten kan også være ansvarlig for å innhente tilbud på tømmerarbeid, trevareprodukter, murer- og malerarbeid, men faggruppen har normalt ingen forpliktelser under utførelsesfasen.

Rådgivende ingeniører

Rådgivende ingeniører eller konsulenter er tekniske spesialister på fagområder som berører byggeprosjektet, og bør følgelig implementeres i byggeprosjektet tidlig. De rådgivende ingeniørene prosjekterer sine fag i detalj og leverer egne tegninger og arbeidsbeskrivelse med mengdeberegning (Wigen, 1992). De største faginndelingene er som følger:

- RiB – Rådgivende ingeniør byggeteknikk
- RiV – Rådgivende ingeniør VVS-teknikk²⁸
- RiE – Rådgivende ingeniør elektroteknikk
- RiG – Rådgivende ingeniør geoteknikk
- RiBR – Rådgivende ingeniør brann og risiko

Ansvarlig søker

En ansvarlig søker defineres i plan- og bygningsloven som et bindeledd mellom de ansvarlig prosjekterende, ansvarlig utførende, ansvarlig kontrollerende, tiltakshaver og kommunen. Personen er ansvarlig for å sikre at søknaden som utformes dokumenterer hvordan alle krav i PBL skal gjennomføres.

Er ansvaret for prosjekteringsarbeidet delt mellom flere parter plikter ansvarlig søker å fullføre samordningen av søknadspapirene.

Utførelsessektor

Utførelsessektoren representeres av entreprenørene og leverandørene. Entreprenørene er selvstendige oppdragstakere som utfører hele eller deler av konstruksjonen under bygg- eller anleggsprosjekter. Å drive entreprenørvirksomhet betyr å utføre byggearbeider i oppdrag ved hjelp av ansatte håndverkere, arbeidere, funksjonærer og andre (Wigen, 1992).

Tabell 5: Den utførende sektoren i byggeprosjekter

Totalentreprenør

I en totalentreprise ansettes én totalentreprenør som tar seg av både prosjekteringsarbeidet og utførelsen av bygge- eller anleggsprosjektet. Totalentreprenøren er selv ansvarlig for å velge og kontrahere bort arbeid til underentreprenører. Oppdragsgiver har bare kontakt med totalentreprenøren, som igjen har kontroll over de prosjekterende og underentreprenørene (Lædre, 2006).

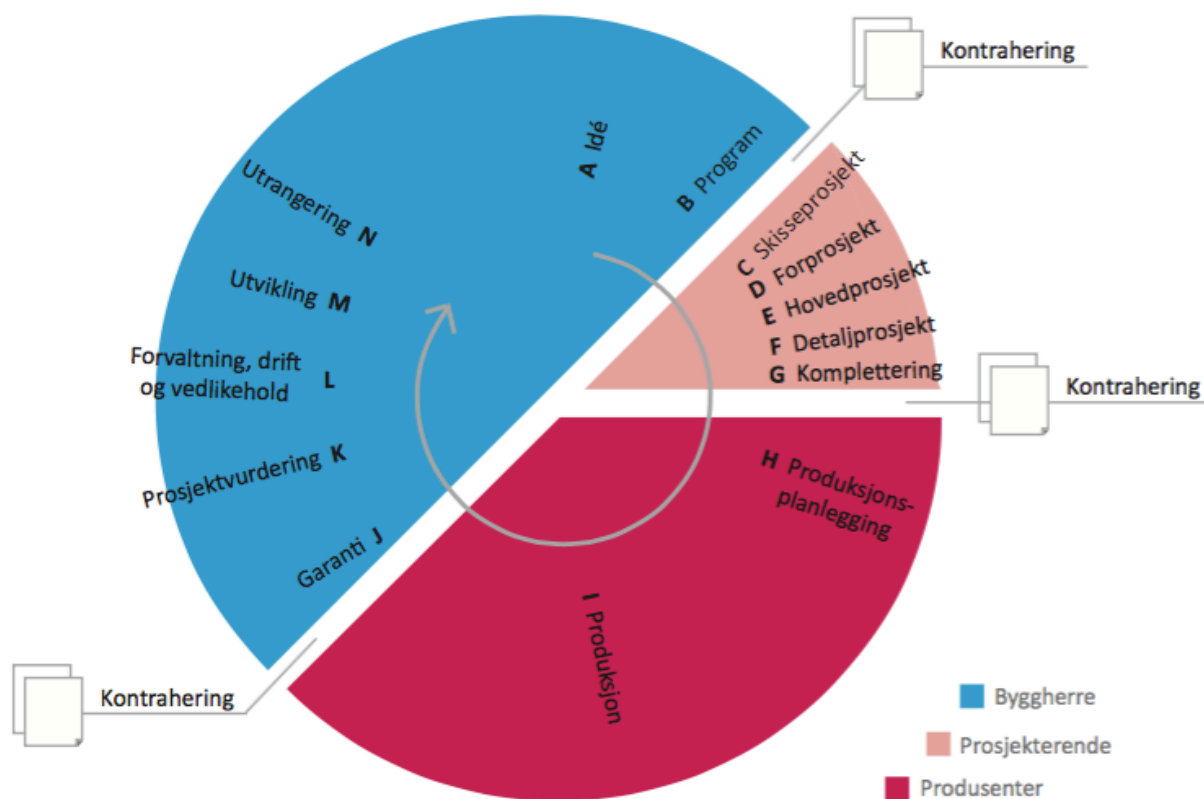
²⁷ Arkitekter kan ifølge Byggherreforskriften opptre som HMS-koordinatorer under prosjektering

²⁸ Varme, Ventilasjon og Sanitær. Jf. begrepsliste

Hovedentreprenør	I en hovedentreprise inngår tiltakshaveren kontrakter med de prosjekterende, en hovedentreprenør og sideentreprenør(-er). Tradisjonelt har hovedentreprenøren den mest omfattende kontrakten i prosjektet, mens sideentreprenørene er rettslig sidestilt (Lædre, 2006). De bygningsmessige arbeidene leveres som regel av hovedentreprenøren, som for egen regning må slutte avtale med andre entreprenører for fag han selv ikke er autorisert for (Wigen, 1992).
Sideordnet entreprenør	En sideordnet entreprenør er engasjert direkte av tiltakshaver (Hagstrøm, 1997). Ved en sideordnet entrepriser har byggherren valgt å inngå to eller flere parallelle kontrakter med flere entreprenører (Kverme, 2011). Hver enkelt entreprenør er da sideordnet de øvrige entreprenørene. Sideentreprenøren leverer arbeider i byggeprosjektet uavhengig av de andre entreprenørene.
Generalentreprenør	I en generalentrepriser leveres hele utførelsen av en og samme generalentreprenør. Tiltakshaver har bare en kontraktspart på utførelsessiden, og får følgelig mindre omfattende administrasjonsarbeid (Byggefagrådet, 1986). Generalentreprenøren har selv ansvaret for å velge og styre sine underentreprenører (Lædre, 2006).
Underentreprenør	Norsk Standard gir entreprenører lovlig rett til å bruke underentreprenører. ²⁹ En underentreprenør er ansatt av en total-/hoved-/generalentreprenør som hjelp til å oppfylle deler av hans kontraktsforpliktelser (Hagstrøm, 1997). Følgelig har underentreprenøren ikke noen direkte kontrakt med tiltakshaver. Det er vanlig at entreprenøren har kontraktsfestet rett til innblanding i underentreprenørens arbeid for å hindre forsinkelse av prosjektet i sin helhet (Kverme, 2011).
Leverandører	Leverandører i byggeprosjektet er aktørene som leverer ferdigproduserte varer til byggeplassen (Meland, 2000).
Utførende kontrollerende	I henhold til PBL kapittel 24 og Byggesaksforskriftens §14-2 skal det utføres uavhengig kontroll av byggeprosjekter. Kontrollen skal påse at prosjekteringsarbeidet oppfyller tekniske krav fastsatt i TEK10, og at det utførte arbeidet i produksjonsfasen samsvarer med det som er prosjektert. Byggets tiltakshaver skal påse at kontrollen gjennomføres, og er ansvarlig for å ansette et uavhengig kontrollforetak som skal utføre kontrollen. ³⁰

²⁹ NS 8405:2008 pkt. 15

³⁰ Jf. Vedlegg G: Kvalitetssikring og kontrollpraksis i byggeprosjekter



Figur 4: Byggeprosjektet fra A til N (fritt etter Meland, 2000)

Figur 4 illustrerer til hvilket tidspunkt de vanligste aktørene i et byggeprosjekt opptre. Figuren benytter seg av en enkel fargekoding. Byggherre/oppdragsgiver er ansvarlig for delprosesser A-B og J-N. De prosjekterende er aktive i delprosessene C-G, og de utførende produserer og ferdigstiller byggeprosjektet under delprosessene H-I.

3.2.4 Regulerende lovverk for gjennomføringen av byggeprosjektet

Samtlige byggeprosjekter må gjennom byggeprosessen forholde seg til offentlige myndigheter - som kontrollerer og sikrer at prosjektene utføres i henhold til plan- og bygningsloven og andre, relevante forskrifter. De mest relevante er som følger:

I. Plan og bygningsloven

Gjelder for hele Norge ut til én nautisk mil utenfor landets grunnlinjer. All byggesaksbehandling som foregår skal opptre etter bestemmelsene fastsatt i PBL. Loven fastslår blant annet at planlegging og vedtak under byggeprosessen alltid skal sikre åpenhet, forutsigbarhet og medvirkning for samtlige av prosjektets berørte parter.³¹ Loven forvaltes av Plan- og bygningssetaten. Kjente forskrifter er som følger:

- *Byggesaksforskriften, SAK*. Forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker.
- *Tekniske forskrifter, TEK*. Forskrift om tekniske krav til konstruksjoner.
- *Forskrift om konsekvensutredninger*. Formålet med konsekvensutredninger er å sikre at hensynet til miljø og samfunn blir tatt i betraktning under utarbeidelsen av planer.³²

³¹ PBL:2008, §1.1, §1.2

³² PBL:2015 §1

II. Arbeidsmiljøloven

Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern har som formål å sikre et fysisk og psykisk trygt arbeidsmiljø og trygge, likestilte ansettelsesforhold i arbeidslivet.³³

Forskrifter hjemlet i AML som er spesielt relevante for byggeprosjekter er som følger:

- *Byggherreforskriften* forplikter byggherren til å sikre god sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA) på bygge- og anleggsplasser. Forskriften gjelder for enhver arbeidsplass hvor det utføres midlertidig eller skiftende bygge- eller anleggsarbeid.³⁴

III. Lov om offentlig anskaffelse

Anskaffelsesloven gjelder kun for offentlige oppdragsgivere og skal sikre effektiv ressursbruk ved offentlige anskaffelser av varer, tjenester og bygge- og anleggsarbeider. Loven skal også sikre at anskaffelsen er basert på integritet, forretningsmessighet og likebehandling.³⁵

- *Forskrift om offentlig anskaffelse*, jf. vedlegg K, har hjemmel i LOA og skal anvendes ved tildeling av offentlige kontrakter om levering av varer, tjenester eller utførelse av bygge- og anleggsarbeider.³⁶

3.3 VALG AV GJENNOMFØRINGSMODELL

Begrepet "gjennomføringsmodell" oppfattes gjerne synonymt med "entrepriseform".

Meland (2000) påpeker i sin dr.ing. avhandling at begrepet faktisk omfatter flere punkter: (i) Kontraheringsstrategi, (ii) Valg av entreprise- og kontraktsform og (iii) Valg av vederlagsform. Gjennomføringsmodell kan derfor sies å være overordnede prinsipp for organiseringen av byggeprosjektet, og påvirker følgelig hvem som har ansvaret for fremdriftsplanlegging.

Hvilken gjennomføringsmodell byggeprosjektet skal benytte skal fastslås ved kontraktsinngåelse mellom de involverte aktørene. Ulike kombinasjoner av de fire overnevnte punktene danner flere, forskjelligartede gjennomføringsmodeller, som alle kan anvendes på byggeprosjekter med ulike karakteristika. Hvilke gjennomføringsmodeller som benyttes i byggebransjen i dag presenteres først i oppgavens Del III, som et resultat av intervjuene. En introduksjon av hva begrepet omfatter anses følgelig som relevant og opplysende bakgrunnsmateriale før drøftingskapittelet. Nedenfor gis en kort gjennomgang av de fire, overnevnte elementene, som alle inngår i valg av gjennomføringsmodell.

3.3.1 Kontraheringsstrategi

Kontraheringsstrategi er en helhetlig plan for hvordan en konkret anskaffelse eller leveranse skal gjennomføres og følges opp (Difi, 2015). Valg av kontraheringsstrategi omfatter altså valg av tilbudsprosedyrer, valg av kvalifiseringskriterier og valg av kontraktstildelingskriterier, som alle må være på plass før selve anbudskonkurransen kan finne sted.

Valg av tilbudsprosedyrer innebærer valg av hvilken kontraheringsform byggherren ønsker å benytte seg av (Lædre, 2006). Forskrift om offentlig anskaffelse, heretter

³³ AML:2014 §1.1

³⁴ Byggherreforskriften:2009 §2, §3

³⁵ Anskaffelsesloven:1999 §1

³⁶ FOA:2006 §1-3

FOA, setter begrensninger rundt hvilken konkurranseprosedyre offentlige byggherrer kan benytte seg av ved anbudskonkurranser. Kontraheringen kanskje på følgende vis:

I. Anbudskonkurranse

En åpen anbudskonkurranse tillater alle interesserte leverandører å gi oppdragsgiveren et tilbud, med mindre det foreligger en begrensende prekvalifisering.³⁷ I en lukket anbudskonkurranse får bare leverandørene som inviteres av oppdragsgiveren lov til å levere anbud.

II. Konkurranse med forhandlinger

Konkurranse med forhandlinger er en anskaffelsesprosedyre der oppdragsgiver selv har muligheten til å forhandle med én eller flere leverandører. Byggherren kan eksempelvis innlede forhandlinger med flere aktører, uten å måtte forplikte seg til å akseptere noen av tilbudene (Lædre, 2006).

III. Direkte kjøp

Ved direkte kjøp eller direkte kontrahering går byggherren direkte til den leverandøren han ønsker å kontrahere.

IV. Trinnvis kontrahering

Trinnvis kontrahering er mulig å gjennomføre hvis byggherren benytter en av de tre overnevnte anbudskonkurransene. Ved en trinnvis kontrahering overføres risikoen og ansvaret gradvis fra oppdragsgiver til entreprenør. Eksempelvis vil byggherren ved trinnvis kontrahering i programfasen bare inngå intensjonsavtaler med prosjekterende og utførende. Etter hvert som byggeprosjektet videreutvikler seg inngår byggherren og leverandøren en mer forpliktende kontrakt (Lædre, 2006).

V. Egenregi

Med egenregi menes arbeider hvor entreprenøren selv oppfører bygg for egen regning og risiko. Slike oppdrag omfattes ikke av LOA.

Valg av kvalifiseringskriterier er rettet mot forhold ved leverandørene, herunder tekniske kvalifikasjoner, organisering, kapasitet, økonomi og/eller tidligereandel. Kriteriene skal sikre at de potensielle leverandørene har de nødvendige forutsetningene til å oppfylle kontraktsforpliktelsene (Difi, 2015).

Valg av kontraktstildelingskriterier

FOA fastslår at byggherren enten må kontrahere leverandøren som gir tilbudet med lavest pris eller det som er økonomisk mest fordelaktig (§13-2, første ledd). Kvalifiseringskriterier og kontraktstildelingskriterier skal med andre ord være bestemt i forkant av anbudskonkurransen, og byggherren må i utlysningen av konkurransen gjøre oppmerksom på hvilke kriterier som vektlegges ved tildelingen av kontrakten/rammeavtalen³⁸ (Lædre, 2006). Eksempler på kontraktstildelingskriterier

³⁷ Forhåndsvurdering av hvorvidt den potensielle leverandøren innehar de nødvendige kvalifikasjonene/forutsetningene til å utføre arbeidet.

³⁸ Fastsetter vilkår for kjøp/kontrakter som tildeles i en bestemt periode. Jf. vedlegg H.

kan være kvalitet, pris, teknisk verdi, estetiske og funksjonsmessige egenskaper, tid for ferdigstilling og tidligere prosjekter.

3.3.2 Valg av entrepris- og kontraktsform

Entrepris- og kontraktsformen oppdragsgiver velger å benytte seg av skal klargjøre for ansvar, myndigheter og en eventuell risiko-/profittfordeling for byggeprosjektet. Valg av entreprisform legger med andre ord rammene rundt samarbeidsklimaet mellom prosjektaktørene, påvirker slik hvordan fremdriftsplanleggingen gjennomføres. Elnan et al. (2007) angir tre tradisjonelle hovedformer for kontrakter og organisering oppdragsgivere kan velge mellom:

1. Delt leverandørorganisasjon

I en delt leverandørorganisasjon har byggherren egne, direkte kontrakter med de prosjekterende og de utførende entreprenørene. Byggherren har selv ansvaret for å innhente anbud, koordinere byggeprosessen og styre fremdriften av byggeprosjektet (Elnan et al., 2007). For å bistå i arbeidet engasjerer mange byggherrer sin egen byggeledelse (Cappelen, 2001).

Byggherren har selv ansvaret for alt arbeidet som faller utenfor kontraktene. Delt leverandørorganisasjon fører med andre ord til god styring og kontroll for byggherren, men en noe økt risiko. Under delt leverandørorganisasjon har vi tre tradisjonelle entreprisformer:

I. Delte entrepriser

I delte entrepriser, eller byggherrestyrte entrepriser, har byggherren egne kontrakter med de prosjekterende og de utførende. Alle involverte entreprenører er sidestilt og har samme status. I delte entrepriser inngår kontraktene etter hvert, og det foregår som regel parallellprosjektering. Byggherren har kontroll over fremdriftsplanen.

II. Hovedentrepriser

I en hovedentreprise inngår byggherren kontrakt med de prosjekterende, én hovedentreprenør og flere side entreprenører (Lædre, 2006). Hovedentreprenøren har den mest omfattende kontrakten – og er blant annet tildelt ansvaret for fremdriftsoppfølging.

III. Generalentrepriser

I generalentrepriser er alle entreprenører samlet under en overordnet generalentreprenør, som står ansvarlig for fremdriftsplanen og utførelsen av byggeprosjektet (Rolstadås, 2011). Generalentreprenøren kontraherer alle underentreprenører.

Entreprisformene omtales i større detalj og illustreres i Vedlegg I.

2. Integreert leverandørorganisasjon

I en integreert leverandørorganisasjon tar en leverandør på seg ansvaret for både prosjektering, utførelse og leveranse av byggeprosjektet. I dagligtale nyttes begrepet totalentreprise (Byggherren i fokus, 2003) .

I. Totalentreprise

I totalentreprisen velger byggherren en og samme entreprenør som skal stå for både prosjekteringen og utførelsen av bygget. Denne totalentreprenøren får ansvaret for å levere et ferdig bygg til rett tid, med rett kvalitet og til rett kostnad. Byggherren har bare kontrakt med totalentreprenøren, som selv må kontrahere alle rådgivere og underentreprenører. Totalentreprise omtales i større detalj og illustreres i Vedlegg I.

3. Integrert organisasjon

Integrerte organisasjoner er ulike arbeidsformer som bygger på et tett samarbeid mellom byggherren og leverandørene (Byggherren i fokus, 2003).

Organisasjonsformen egner seg godt for prosjekter hvor både byggherren og leverandørene har mangelfull informasjon om byggeprosjektet. Samarbeidet i integrerte organisasjoner lar byggherren kommunisere sitt behov direkte til leverandørene, som på sin side sitter på den nødvendige tekniske kompetansen til å gi et utdannet svar. Alternative kontraktsmodeller til er som følger:

I. Partnering

Partnering er en organisasjonsmodell som bygger på nært samarbeid mellom entreprenør og oppdragsgiver i både prosjekterings- og utførelsesfasen (Cain, 2004). Partnering kan være aktuelt for byggeprosjekter som krever brukermedvirkning også under prosjektets gjennomføring (Byggherren i fokus, 2003).

Samspillentreprisen er en nyere partneringsmodell som har fått mye oppmerksomhet de siste årene. Modellen forklares i detalj i oppgavens kapittel 6.2.

II. OPS

Offentlig Privat Samarbeid, heretter OPS, er et samlebegrep for organisasjonsformer som involverer private aktører i statlig virksomhet (Byggherren i fokus, 2003). Organiseres byggeprosjektet som et OPS setter byggherren vekk ansvaret for prosjektering, gjennomføring, drift og finansiering til et annet, privat selskap (Lædre, 2006).

I det forpliktende partnerskapet mellom næringslivet og det offentlige skal oppdragsgiveren definere krav til ytelse og kvalitet, mens den private/eksterne parten står fritt til å oppfylle disse slik han selv ønsker (Gottschalk & Karlsen, 2008).

Hvis oppdragsgiverens virksomhet finansieres av en privat, ekstern aktør, går organisasjonsformen under betegnelsen PFI/EFI – privat/ekstern finansieringsinitiativ (Gottschalk & Karlsen, 2008).

I tillegg til partnering og OPS er taktisk outsourcing og strategisk outsourcing andre, integrerte organisasjonsformer. Da begge de nevnte anses som likte brukt og lite relevant for oppgavens problemstilling, presenteres de bare i kortform i Vedlegg L.

For alle de overnevnte entrepriseformene er det både svært viktig og ofte svært utfordrende å forfatte grundige og dekkende kontraktsbestemmelser. Her er det derfor vanlig å benytte et utvalg standardiserte sett med kontraktsvilkår – gjerne kalt bare *standarder*. Hvilke kontraktsstandarder som benyttes til de ulike entreprise- og kontraktsformene redegjøres for i Vedlegg J.

3.3.3 Valg av vederlagsform

Lædre (2006) definerer vederlag som hvilken kontraktstype og hvilke insentiver leverandøren har. Valg av vederlagsform handler i bunn og grunn om *hvordan* leverandøren skal betales for sine ytelser, og *hvor mye* han skal betales. Videre fastslår Lædre at byggherren selv velger hvordan betalingen skal foregå, enten om det er forskuddsvis, som løpende a konto utbetalinger eller etterskuddsvis, uavhengig av hvilken kontraktstype som benyttes.

Valg av vederlagsform legger rammene rundt prosjektets økonomiske insentiver, og kan følgelig ha påvirkning på prosjektets produktivitet. Kontraktstypene kan deles inn i to undergrupper:

- *Priskontrakter*, hvor leverandøren er forpliktet til å levere den bestilte varen eller tjenesten, uansett hvor høye hans kostnader blir. Det er med andre ord den utførende parten som sitter på den økonomiske risikoen. Eksempler på priskontrakter i byggebransjen er som følger:
 - enhetspriskontrakter (enhetsprisene er bundet)
 - regningsarbeid (timepriser og påslagsprosent er bundet)
- *Kostnadskontrakter*, hvor leverandøren kun er forpliktet til å levere så lenge han får dekket sine relevante kostnader i samsvar med kontraktsvilkårene. I kostnadskontrakter er det oppdragsgiveren som bærer den økonomiske risikoen knyttet til pris. De vanligste kostnadskontraktene er fikssumkontrakt, sumkontrakt og fastpriskontrakt.
 - fikssumkontrakt (sluttsummen er bundet)
 - sumkontrakt (bundet sluttsum som kan reguleres)
 - fastpriskontrakt (kan endre mengdene i kontrakten, men skal ikke justeres for lønns- eller pristigninger)

Detaljer rundt de overnevnte kontraktstypene redegjøres for i Vedlegg M.

Cappelen (2001) trekker frem en tredje kontraktstype under betegnelsen *incitamentkontrakter*. I incitamentkontrakter er insentiver lagt inn som en motiverende faktor for leverandørene av varen eller tjenesten. Det finnes mange alternativer for slike insentiver, men Lædre (2006) påpeker at de mest brukte i byggenæringen er økonomisk kompensasjon eller økonomisk straff.

Bruk av insentiver i kontrakten skal i teorien kunne vise igjen på byggeplassen i form av økt effektivitet. Eksempelvis kan insentivet for tidlig overtakelse av ferdig bygg være en klekkelig pengebonus – som kan være en motiverende faktor for de utførende.

KAPITTEL 4 | Fremdriftsplanlegging i tradisjonelle gjennomføringsmodeller

For å kunne diskutere hvorvidt nyere gjennomføringsmodeller bedre legger til rette for effektiv fremdriftsplanlegging, ses det nødvendig å ha kjennskap til nåværende arbeidsmetoder. Kapittel 4 og kapittel 5 gir derfor en kort innføring i fremdriftsplanlegging ved tradisjonelle gjennomføringsmetoder.

4.1 HVORFOR FREMDRIFTSPLANLEGGE?

Fremdriftsplanlegging i bygg- og anleggsbransjen handler om å allokere og koordinere tid og ressurser på best mulige måte – for å sikre at rett produkt leveres til rett tidspunkt, med rett kvalitet og til rett kostnad. God fremdriftsplanlegging sammen med streng fremdriftsstyring sørger for flyt på byggeplassen, kortest mulig total byggetid og økt kostnadskontroll – og anses med andre ord som en forutsetning for et byggeprosjekt med høy produktivitet.

4.2 HVORDAN LAGER MAN EN FREMDRIFTSPLAN?

Planlegging av byggeprosjekter med tradisjonelle gjennomføringsmodeller begynner vanligvis allerede under programmeringsfasen, hvor det legges én plan for prosjekteringsfasen og én grovere *milepælsplan*³⁹ for selve utførelsen av prosjektet. I det tidlige prosjekteringsarbeidet dannes en noe mer detaljert fremdriftsplan⁴⁰ med prosjektets store hovedtrekk, før underentreprenører kontraheres på basis av denne planen.

De kontraherte underentreprenørene har etter kontraktsinngåelse 6 uker⁴¹ på seg til å utarbeide en egen, detaljert *produksjonsplan*. Produksjonsplanen viser hvordan det kontraherte arbeidet skal gjennomføres for å rekke ferdigstillelse til kontraktens sluttdato.

En detaljert *hovedfremdriftsplan* for byggeprosjektet utarbeides vanligvis ved et senere tidspunkt. Hver enkelt entreprenørs produksjonsplan innarbeides da i den grove fremdriftsplanen som var basis for kontraktsinngåelse. Hovedfremdriftsplanen danner igjen grunnlaget for flere andre planer, for eksempel riggplan, ressurs-/bemanningsplan og innkjøpsplan. Til syvende og sist er det prosjektlederen som er ansvarlig for å estimere prosjektets tidsramme – i realiteten en gjetning basert på utdanning, erfaring og bruk av tilgjengelige planleggingsverktøy.

4.3 PROSJEKTNEDBRYTING

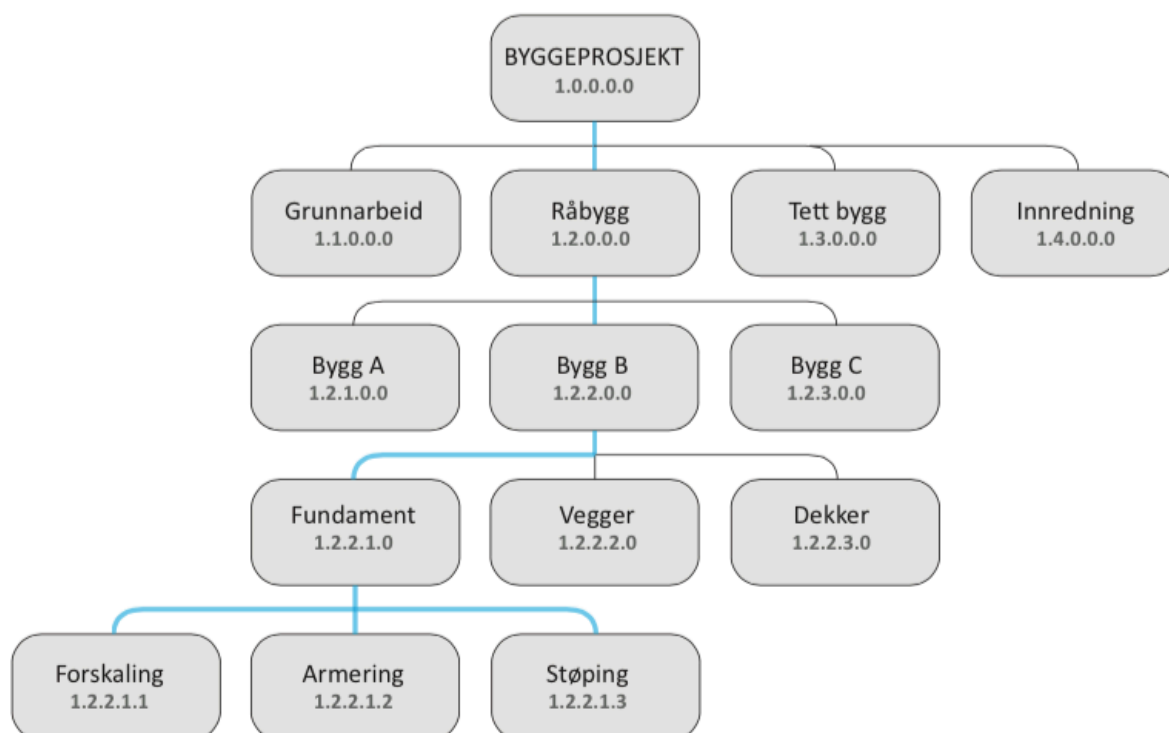
Ved prosjektnedbryting kartlegges og identifiseres alle aktiviteter som må gjennomføres for å få ferdigstilt bygget (Jackson, 2010). Ved store og kompliserte byggeprosjekter kan det være verdifullt å dekomponere prosjektet før tidslinjen fastslås, så organiseringen og struktureringen av arbeidsoppgavene går enklere for seg (Globerson, 1994). Målet med nedbrytningen er å oppnå en logisk og systematisk oppdeling i elementer, komponenter, tjenester og lignende over flere nivå med økende detaljeringsgrad (Harrison & Lock, 2004). Byggeprosjekter kan nedbrytes over én eller to dimensjoner:

³⁹ Jf. avsnitt 5.1: Milepælsplan

⁴⁰ Hva som ligger i begrepet *fremdriftsplan* anses av forfatteren som selvforklarende. Begrepet redegjøres for i detalj i vedlegg N.

⁴¹ 6 uker med mindre annet står spesifisert i kontraktsbestemmelsene.

- **Én-dimensjonal nedbrytning**
Én-dimensjonal nedbrytning ser på oppdelingen av arbeid alene (Rolstadås, 2011). Metoden omtales vanligvis med den engelske forkortelsen WBS⁴². I utarbeidningen dekomponeres prosjektet i en hierarkisk nivåstruktur, hvor det laveste og mest detaljerte nivået kun består av klart avgrensede og selvstendige element.
- **To-dimensjonal nedbrytning**
Metoden kombinerer nedbrytingen av prosjektets arbeidsstruktur med prosjektets organisasjonsstruktur⁴³ til ett, hierarkisk nettverk som viser både prosjektelement og hvilke grupper/personer i bedriften som er ansvarlig for disse.



Figur 5: Én-dimensjonal prosjektnedbrytning over 5 nivåer (fritt etter Halleraker, 2014)

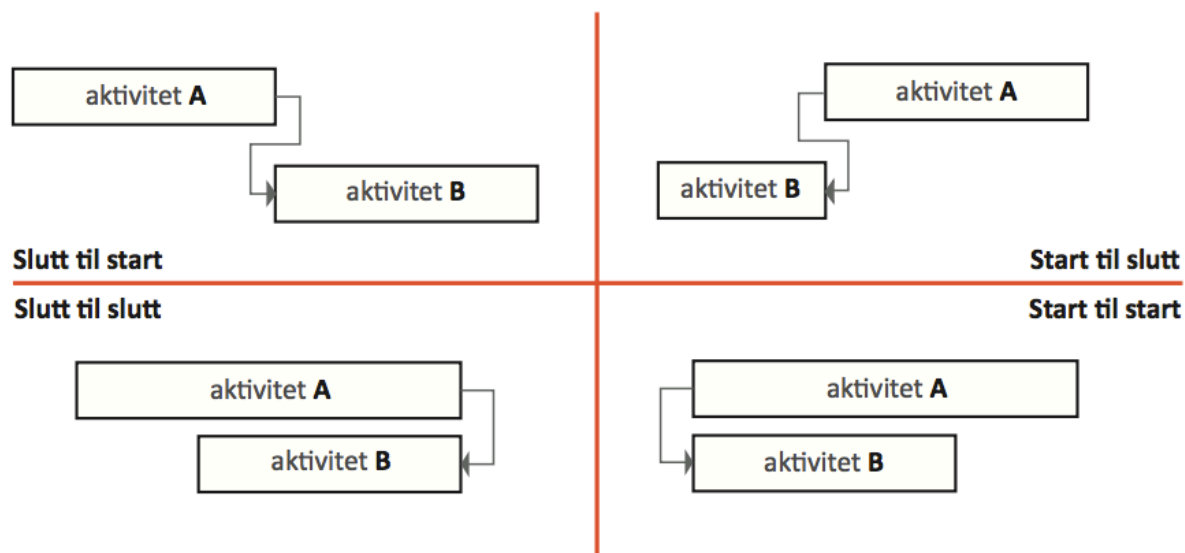
4.3.1 Aktiviteters relasjoner

Å avklare aktiviteters avhengigheter er avgjørende for å utvikle en realistisk og oppnåelig fremdriftsplan. Relasjoner er en forutsetning for å finne måter flere arbeidsgrupper kan arbeide samtidig på byggeplassen på, og er følgelig en viktig del i å holde produktiviteten på byggeplassen oppe (Jackson, 2010) (Project Management Institute, 2000). Eksempelvis må elektrikere og rørleggere ha fullført sitt arbeid inne i veggene før tømmerne kan montere gipsplater, og tømmerne må være ferdig før malerne kan overta.

Kan to ulike aktiviteter utføres samtidig uten at arbeidsgruppene forstyrrer hverandre bør de defineres som start-til-start eller slutt-til-slutt aktiviteter. Aktiviteter kan ha følgende fire relasjoner:

⁴² Work Breakdown Structure, løst oversatt til arbeidsstruktur. Jf. begrepsliste

⁴³ Omtales som OBS, Organizational Breakdown Structure. Jf. begrepsliste



Figur 6: Fire relasjoner mellom aktiviteter i byggeprosjekter (fritt etter Biefeld, 2009)

4.4 AKTIVITETERS VARIGHET

4.4.1 Bruk av erfarings- og produktivitetstall

De vanligste måtene å beregne aktiviteters varighet på er å bruke empiriske verdier fra tidligere prosjekt eller nytte erfaringen til samarbeidspartnere og entreprenører⁴⁴ (Bielefeld, 2009). En erfaren prosjektleder vil kunne utarbeide en fremdriftsplan basert på erfaring alene, mens en nyere planlegger i større grad vil være avhengig av andre. Aktivitetens varighet kan kalkuleres på følgende måte:

$$\text{Varighet} = \frac{\text{Mengde} \times \text{Produktivitet}}{\text{Bemanning} \times \text{Antall timer per arbeidsdag}}$$

Mengde kan eksempelvis være mengden kubikkmeter jord som skal graves opp eller antallet vindu som skal monteres. *Bemanning* forteller hvor mange som er tilgjengelige for å utføre den aktuelle oppgaven. *Produktivitet* forteller om produksjon per utførte timeverk, og er ofte hentet fra erfaringstall (Linstad, 2008). Erfaringstall er vanligvis noe bedriftene utarbeider selv basert på produktivitetmålinger av tidligere, liknende arbeid (Mohamed, 2001). Erfaringstallet må modifiseres til den aktuelle jobben, og det må tas hensyn til lokasjon, helligdager, ferieperioder og årstid. Varighetsestimatet du sitter igjen med vil følgelig aldri være helt nøyaktig, men gir en pekepinn på hvor mye tid som må avsettes til hver enkelte aktivitet (Aydin et al., 2011). Noen aktiviteter krever også tidspåslag – for eksempel betong, som ofte skal herdes over relativt lange tidsperioder.

Eksempel

Tre tapetsere skal dekke 300 m² vegg i første etasje med tapet. Etter mange års erfaring har malerfirmaet registrert at én tapetser bruker 0,3 timeverk på å tapetsere 1 m². Hvor lang tid bør avsettes til aktiviteten i fremdriftsplanen?

$$T = \frac{300 \text{ m}^2 \times 0,3 \frac{\text{timeverk}}{\text{m}^2}}{3 \text{ personer} \times 8 \text{ timer/arbeidsdag}} = 3,75 \text{ arbeidsdager}$$

⁴⁴ Varighet kalkuleres også i sjeldne tilfeller utfra akkordtariff. Metoden redegjøres for i vedlegg E.

KAPITTEL 5 | Fremstillingen av fremdriftsplaner

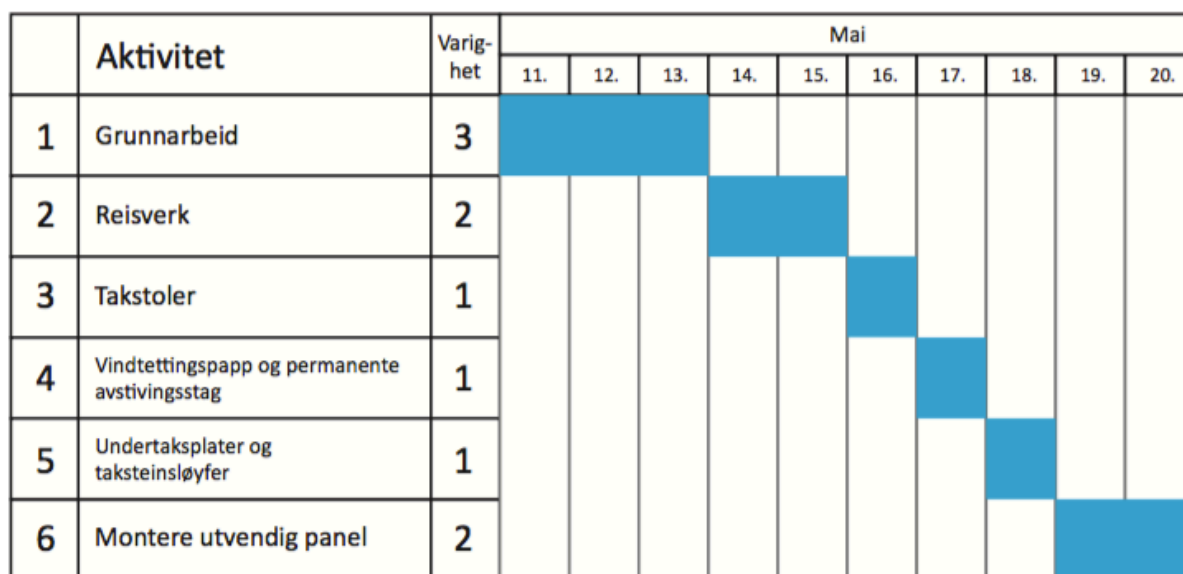
Den visuelle fremstillingen av fremdriftsplanene må i likhet med detaljnivået tilpasses til hvem du ønsker å formidle planen til (Weber, 2005). Selv om de fleste fremdriftsplanene i dag blir i dag tegnet ved hjelp av forskjellige dataprogrammer, kan planene fortsatt presenteres på ulike vis. Disse fremstillingene presenteres i kortform i dette kapitlet. Vedlegg C redegjør for forskjellige dataprogram byggebransjen benytter til planlegging.

5.1 MILEPÆLSPLAN

En *milepæl* fungerer som en kontrollstasjon i prosjektet, hvor vi skal forsikre oss at prosjektet er på rett kurs (Rolstadås, 2011). En milepæl beskriver med andre ord en tilstand vi skal oppnå – og ikke hvordan. Eksempler på milepæler i byggeprosjekter kan følgende være ”byggeprogram ferdig utarbeidet”, ”byggetillatelse innvilget”, ”ferdigstillelse av første etasje” osv. (Kolltveit et al., 2009). Klare delmål (milepæler) og tidsfrister øker opplevd mestringsgrad hos de forskjellige aktørene i prosjektet, og kan slik ha langsiktig påvirkning på byggeprosjektets produktivitet (Meland, 2000).

5.2 GANTT-DIAGRAM

Siden sin introduksjon i 1917 har Gantt-diagrammet utviklet seg til å bli en de mest populære arbeidsmetodene for fremdriftsplanleggere verden rundt (Newitt, 2009). Den største og mest åpenbare fordelen ved arbeidsmetoden er den intuitive forståelsen diagrammet gir. Ved å ha aktiviteter og varighet langs den ene akse og tidslinje langs den andre knyttes hver enkelt hendelse til en tidslinje i en enkel, grafisk fremstilling. Alle som ser et Gantt-diagram skjønner umiddelbart hva det illustrerer og hvorfor.

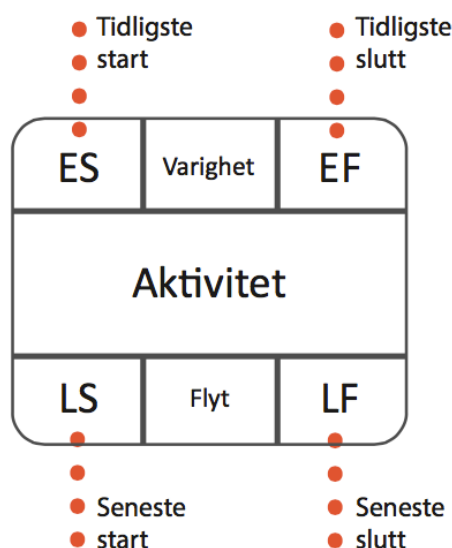


Figur 7: Gantt-diagram

De største ulempen med fremstillingen er at du ikke greier å vise avhengigheter mellom ulike aktiviteter. Uten avhengigheter blir det igjen vanskelig å kartlegge de kritiske hendelsene – som er nøkkelpunkter for utførelsen. Det kan også være vanskelig å se status for hele prosjektet hvis to eller flere individuelle aktiviteter blir forsinket (Hinze, 2012).

5.3 NETTVERKSPLANLEGGING

Under begrepet "nettverksplanlegging" finner man to forskjellige alternativer: Critical Path Method, heretter CPM, og Program Evaluation and Review Technique, heretter PERT.⁴⁵ Fremstillingene består av begge av piler og knutepunkt, illustrert av figur 8.



Figur 8: Knutepunkt

5.3.1 CPM – Critical Path Method

CPM opptrer med deterministiske anslag og lar deg beregne hver enkelt aktivitets tidligste start, tidligste slutt, seneste start, seneste slutt og flyt. "Flyt" forteller hvor mye vi kan utsette enkelte aktiviteter før det påvirker prosjektets endelige sluttdato (Rolstadås, 2011). Aktiviteter uten flyt kan ikke forsinkes – de *må* følge tidsplanen for å holde tidsfristen. Sammen utgjør disse aktivitetene en *kritisk veg* fra starten til slutten av prosjektet.

Til å kalkulere flyt og byggeprosjektets totale varighet har vi følgende formler:

- I. Tidligste start + varighet = tidligste slutt
- II. Seneste slutt – varighet = seneste start
- III. Seneste start – tidligste start = flyt

Eksempel

Grunnarbeid er byggeprosjektets første aktivitet og har tidligst start i "0". Følger du da første formel blir tidligste slutt etter tre dager. Tidligste start for å reisverk blir da "3". Ved å gjenta samme regneoperasjon for alle aktivitetene finner vi at tidligste ferdigstilling av takstoler er etter 6 dager. 6 dager er da også prosjektets "seneste slutt". Jobb deg bakover, og bruk andre og tredje formel til å fylle ut de resterende feltene.



Figur 9: CPM, nettverk med tre knutepunkter

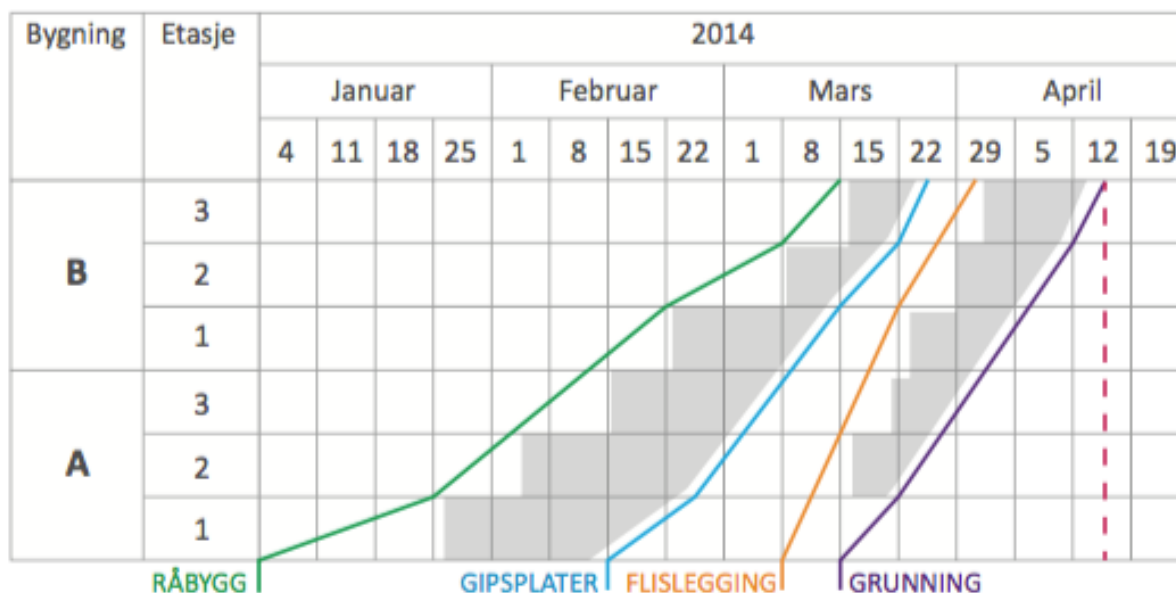
5.3.2 PERT – Program Evaluation Review Technique

PERT skiller seg fra CPM ved å ta hensyn til usikkerhet i aktivitetenes varighetsanslag. Metoden gir et reelt, et optimistisk og et pessimistisk tidsestimat for hver aktivitet. Da PERT krever både grunnleggende forståelse av statistikk- og sannsynlighetsregning og spesialtilpasset programvare er metoden svært lite brukt i bygg- og anleggsbransjen (Newitt, 2009). Metoden omtales følgelig ikke i stor detalj i denne oppgaven, men presenteres kort i Vedlegg F.

⁴⁵ Selv om oppgaven og de fleste lærebøker skiller mellom de to teknikkene er det nevneverdig at aktive brukere av nettverksplanlegging i dag gjerne benytter en sammensmelting av metodene, omtalt under akronymet "PERT/CPM" (Mouhoub et al., 2009).

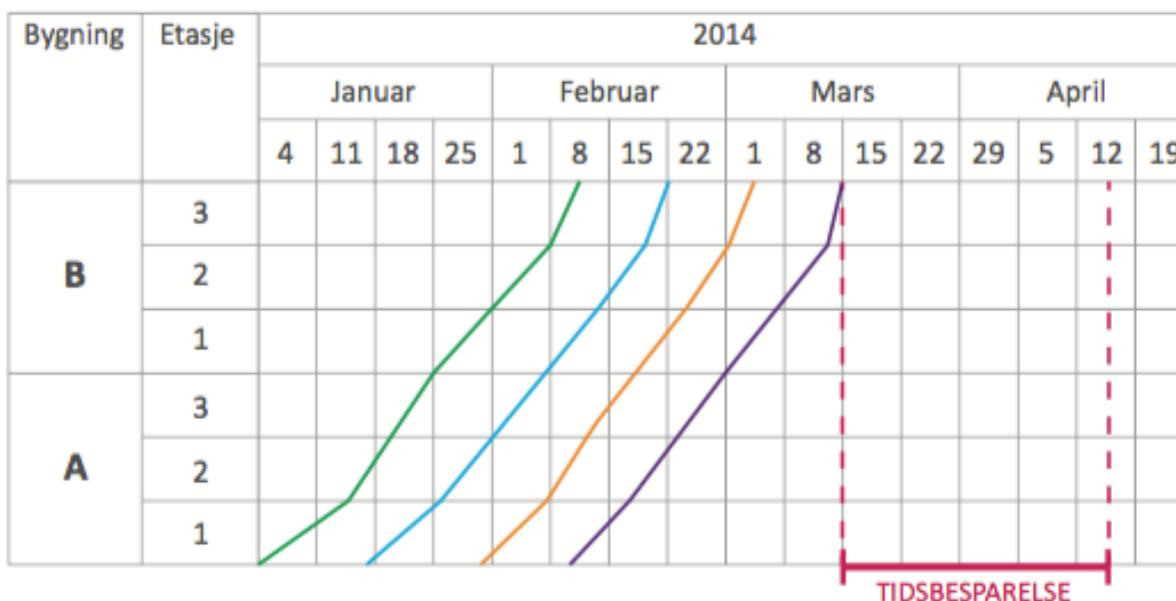
5.4 SKRÅSTREKSPLANLEGGING

Grunnet den store populariteten til alternative planleggingsverktøy som CPM og PERT har skråstrekmotoden slitt med å få skikkelig fotfeste i prosjektverdenen (Arditi et al., 1998). I bygg- og anleggsbransjen egner metoden seg best for prosjekter av repetitiv natur, som bygging av broer, tunneller, vei, vann- og avløpssystem. Skråstreksplanlegging kan benyttes i stor skala ved konstruksjonen av høyhus eller rekkehus, men fungerer generelt dårlig for unike prosjekter med høyt detaljnivå (Bielefeld, 2009).



Figur 10: Skråstreksplanlegging. Ugunstig tidssvinn markert i grått.

- I. Identifisere aktivitetene.
- II. Estimere produksjonsratene til aktivitetene (bestemmer helningen på skråstrekene).
- III. Sette aktiviteter i rekkefølge og føre aktiviteter inn i skjema
- IV. Se etter konflikt-soner eller soner med komprimeringspotensiale.



Figur 11: Tidsbesparelser ved komprimering av skråstreksplanen. Reduksjon av tidssvinn ved å justere helningen på de forskjellige aktivitetslinjene (eksempelvis ved å øke arbeidskraften).

KAPITTEL 6 | Nyere gjennomføringsmodeller og nyere planleggingsmetoder

Etter en langvarig oppmerksomhet rundt lav produktivitet, dyre og forsinkede byggeprosjekter og misfornøyde sluttbrukere begynner flere og flere aktører i byggebransjen å se behov for gjennomføringsmodeller tilpasset dagens prosjekter. Ved å kombinere ulike entrepris- og kontraktsformer med ulike vederlagsformer framkommer stadig flere, nyskapende gjennomføringsmodeller (Meland, 2000). Å skulle liste opp alle mulige modeller er verken hensiktsmessig eller nødvendig, men oppgaven vil redegjøre for de gjennomføringsmodellene det per dags dato synes å være størst oppslutning rundt.

Det er ikke lett å skulle definere hvilke gjennomføringsmodeller som er "nye" og "gamle", men etter den teoretiske forundersøkelsen og de første intervjuene har forfatteren tatt utgangspunkt i at (i) Lean construction, (ii) Samspillentrepriser og (iii) VDC alle presenterer nye samspillmodeller. Planlegging i 4D presenteres som et nytt digitalt verktøy for fremdriftsplanlegging, og omtales i seksjon 6.4.

6.1 LEAN CONSTRUCTION

Lean metodikken oppstod tidlig på 1990-tallet med inspirasjon fra bilprodusenten Toyotas produksjonssystem "Lean Manufacturing" (Salem et al., 2005). "Lean construction", eller trimmet bygging, er en tilpasning av lean-filosofien til bygg- og anleggsbransjen. Trimmet bygging fokuserer på å øke produktivitet ved å eliminere all sløsing som forekommer fra i byggeprosjektet, ovenfor å øke intensiteten på arbeidet som utføres (Marhani et al., 2013).

Den flate organisasjonskulturen trimmet bygging oppfordrer til kan i enkelte tilfeller passe dårlig med den hierarkiske organiseringen i tradisjonelle entreprisformer. The Lean Construction Institute, heretter LCI, står derfor bak utviklingen av Integrated Project Delivery, heretter IPD, en egen kontraktsstandard tilegnet gjennomføringsmodellen. Arkitekter, konsulenter og entreprenører kontraheres med en, enkelt kontrakt, og ved under- eller overskudd deles regningen/profitten i henhold til en forhåndsbestemt ratio.

6.1.1 Hva betyr trimmet bygg for fremdriftsplanlegging?

Last Planner System er for mange blitt nesten synonymt med Lean Construction, men verktøyet bare representerer en liten del av gjennomføringsmodellen. LPS er planlegging- og oppfølgingssystemet i trimmet bygging, og består av følgende hovedpunkter (Lean Construction Institute, 2015):

I. Pull-planlegging

Pull-prinsippet er et kjennetegn for trimmet bygging, og innebærer at ressurser som mannskap, materialer og utstyr først trekkes inn i byggeprosjektet ved behov. For fremdriftsplanlegging betyr dette at det ikke lenger er prosjektlederne som er ansvarlige for fremdriftsplanen, men basen og akkordlagene (som da blir "the last planners") (Andersen & Skinnarland, 2008). I praksis betyr dette planleggingen skal foregå på så lavt nivå som mulig. Byggherrens prosjektleder utarbeider en overordnet milepælsplan, før basene (eventuelt andre representanter for leverandørene) hentes inn for å planlegge egen fremdrift først da deres respektive fag står for tur. Baser og fagarbeidere fra forskjellige fag skal inngå avtaler seg imellom som sikrer at arbeidet blir fullført i tide.

I. Kort planleggingshorisont

Da samstillingen av ulike aktører som skal opptre på byggeplassen samtidig skaper bindinger for hverandres produksjon finner trimmet bygging det nødvendig med en kort planleggingshorisont (Andersen & Skinnarland, 2008). Et vanlig planleggingsscenario vil være rullerende faseplaner hver 2-6 uker i kombinasjon med ukeplaner. Ukeplanene er en detaljert dag-til-dag planlegging for fem dager av gangen. Dette innebærer også klargjøring, hvor alt skal legges til rette for forestående arbeid (e.g. materialer, detaljtegninger).

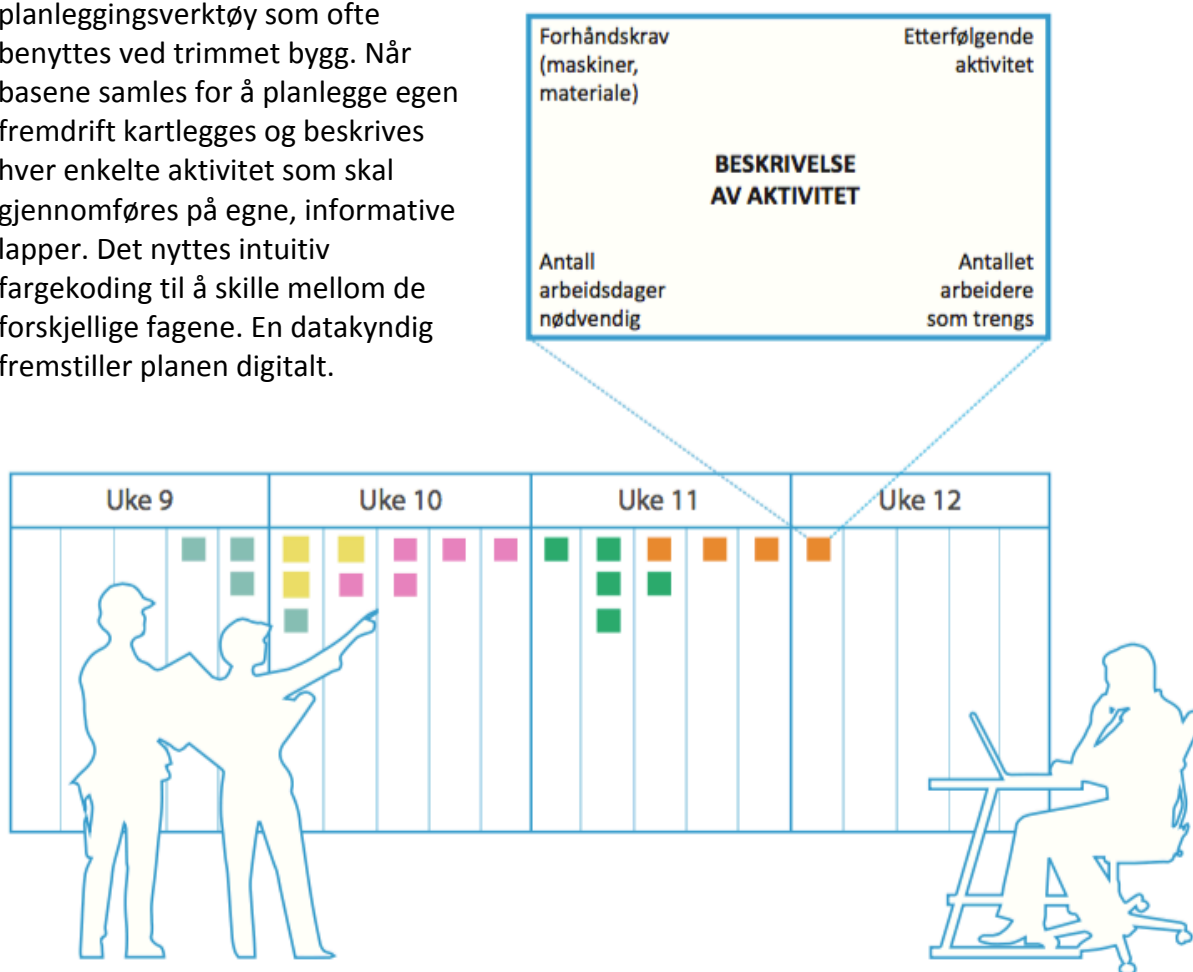
II. Oppfølging og læring

Etter hvert som byggeprosjektet går sin gang skal prosjektleder(-e) og anleggsledere overvåke gjennomføringen av prosjektet og undersøke grunner til eventuelle avvik fra fremdriftsplanen. Avvikene skal bevisst registreres og nyttes som kunnskapsoverføring til neste prosjekt.

Den store entreprenøren Veidekke har helt siden 2006 gjennomført byggeprosjekter etter lean-filosofien, og har utviklet en egen gjennomføringsmodell under navnet "Involverende planlegging". Entreprenørens erfaringer etter 6 pilotprosjekter og 27 læringsprosjekter presenteres i Vedlegg O.

6.1.2 Lappeteknikk

Lappeteknikk er utbredt planleggingsverktøy som ofte benyttes ved trimmet bygg. Når basene samles for å planlegge egen fremdrift kartlegges og beskrives hver enkelte aktivitet som skal gjennomføres på egne, informative lapper. Det nyttes intuitiv fargekoding til å skille mellom de forskjellige fagene. En datakyndig fremstiller planen digitalt.



Figur 12: Faseplanlegging ved trimmet bygging, her én gang hver fjerde uke

6.2 SAMSPILLENTREPRISER

Samspillentreprise er en partneringsmodell i bygg- og anleggsprosjekter som baserer seg på samarbeid med næringsaktørene fra utarbeidelse av funksjonsspesifikasjoner til og med avsluttet reklamasjonsperiode (Byggherren i fokus, 2003). Kjennetegn ved modellen er tidlig involvering av de utførende aktørene, aktiv dialog, tillit og åpenhet (Havnes et al., 2009). Det finnes to forskjellige måter å organisere slike samspillentrepriser på (Brodtkorb, 2013):

- *Samspill til totalentreprise*
Ved samspill til totalentreprise samarbeides det om utviklingen av prosjektet fra programmeringsfasen til et forprosjekt med målpris er etablert. Da overtar samspillgruppen ansvaret og det skrives totalentreprisekontrakt.
- *Samspill med incitament*
I likhet med *samspill ved totalentreprise* samarbeider også her byggherren, brukere, prosjekterende og de utførende fra programmeringsfasen til etableringen av et forprosjekt med en målpris. Deretter utføres arbeidene videre som regningsarbeid⁴⁶, hvor fordelingen av over/underskrivelse av målpris er avtalt.

6.2.1 Hvordan påvirker samspillentrepriser fremdriftsplanlegging av byggeprosjekter?

Omfanget av fremdriftsplanlegging er fortsatt det samme, men arbeidsfordelingen til aktørene i byggeprosjektet er noe annerledes enn ved tradisjonelle entrepriseformer. I samspillentrepriser må byggherren kontrahere en komplett organisasjon allerede under valget av prosjekt- og kontraktstrategi, og både entreprenører, tekniske sideentreprenører og underentreprenører får delta i planleggingsarbeidet. Hver entreprenør er selv ansvarlig for detaljprosjekteringen av sitt eget arbeid, og gjennomfører dette i nært samarbeid med prosjekterende for tilsvarende fag (Elnan et al., 2007). Ved å involvere de sentrale aktørene tidlig håper man på økt verdiskapning, tids- og kostnadsbesparelser og, følgelig, økt produktivitet.

6.3 VDC

Et akronym som høres oftere og oftere i byggesammenheng er VDC, eller Virtual Design and Construction. VDC er en gjennomføringsmodell som kombinerer BIM med lean-filosofi for å optimalisere bruken av IT i både prosjekterings- og utførelsesfasen. Modellen ble utviklet i 2001 av Center for Integrated Facility Engineering, heretter CIFE, ved Stanford University.

Fischer og Kunz (2004) definerer VDC som "*bruken av tverrfaglige, digitale modeller der produkt, prosess og organisasjon inkorporeres for å prosjektets målsetting.*"



Figur 13: Digital utvikling

⁴⁶ Alle aktørene får dekket sine direkte prosjektkostnader ((antallet timer brukt x timerate)+ pluss kostnad for innkjøp av materiell) med avtalte påslag for administrasjonskostnader, risiko og fortjeneste.

Selv om VDC i stor grad baserer seg på digitale modeller og IT-systemer, anses organiseringen av byggeprosessen og prosjektteamet som tilsvarende viktige bestanddeler (Olofsson et al., 2007). VDC består med andre ord av tre ulike modeller som integreres til én: Én produktmodell, som er en BIM-modell av bygget oppdragsgiver har spesifisert. Én prosessmodell, som illustrerer arbeidsprosessen for å nå sluttproduktet, og én organisasjonsmodell, som organiserer arbeidskraften nødvendig for å realisere bygget (Kunz & Fischer, 2009).

Sentrale aspekt av VDC kan oppsummeres som følger:

- **BIM – bygningsinformasjonsmodellering**

BIM er en digital modell av byggeprosjektet som inneholder informasjon om bygningens geometri, ytelse, planlegging, konstruksjon og senere drift (Eastman et al., 2011). Flere bygningsinformasjonsmodeller fra forskjellige fag (konstruksjon, elektro, rør, VVS osv.) kan ved bruk av et felles filformat, eksempelvis IFC, kombineres til én, tverrfaglig åpen BIM alle prosjektets aktører har tilgang til.

Å gå grundig inn på detaljene rundt BIM anses som utenfor problemstillingen til oppgaven, men BIM presenteres som utfyllende bakgrunnsstoff i oppgavens Del 4, Referanseliste og vedlegg: Vedlegg P.

- **POP – produkt-, organisasjon- og prosessmodell**

I løpet av et byggeprosjekt kan byggherrens prosjektleder styre tre ting. Den første er kanskje den mest åpenbare, og er bygningen (produktet) – altså "P". Prosjektleder kan også påvirke organisasjonen som skal gjennomføre konstruksjonen av det overnevnte produktet – altså "O". Det siste aspektet prosjektleder kan påvirke er hvordan produktet skal bygges, nemlig (bygge)prosessen, eller "P", som refererer til fremdriftsplanlegging (Kunz & Fischer, 2009).

Ved å bygge virtuelle POP-modeller før byggeprosjektet bevilges store tids- og pengesummer, skal VDC kunne nyttes til analyse, evaluering, forhandlinger og avgjørelser rundt byggeprosjektets omfang selv før prosjektet er igangsatt.

- **ICE – Samhandlet, tverrfaglig prosjektering**

For at VDC skal fungere optimalt er det en forutsetning at byggeprosjektet planlegges ved samhandlet, tverrfaglig prosjektering. For å legge til rette for denne samhandlingen studerte CIFE lenge planleggingsprosedyrer hos romfartsorganisasjonen NASA, før forskningssenteret til slutt kom opp med konseptet ICE – eller integrated concurrent engineering.

Ved bruk av ICE vil store deler av prosjekteringsarbeidet og fremdriftsplanleggingen av byggeprosjektet skje på samme tid og sted. Hovedtanken bak ICE er at tverrfaglig prosjektering utnytter kunnskapen byggeprosjektets leverandører sitter på, forbedrer dagens noe uklare grensesnitt og skaper flyt i byggeprosessen.

- **iRoom**

For å kunne gjennomføre ICE er bedrifter avhengige av å ha et godt tilrettelagt lokale møtene kan finne sted i. iRoom, eller interactive Room, er et møtelokale hvor hver av de tre overnevnte POP-modellene presenteres på egne, interaktive skjermer i rommet (jf. figur 14). Møterommet må videre utstyres med datamaskiner med

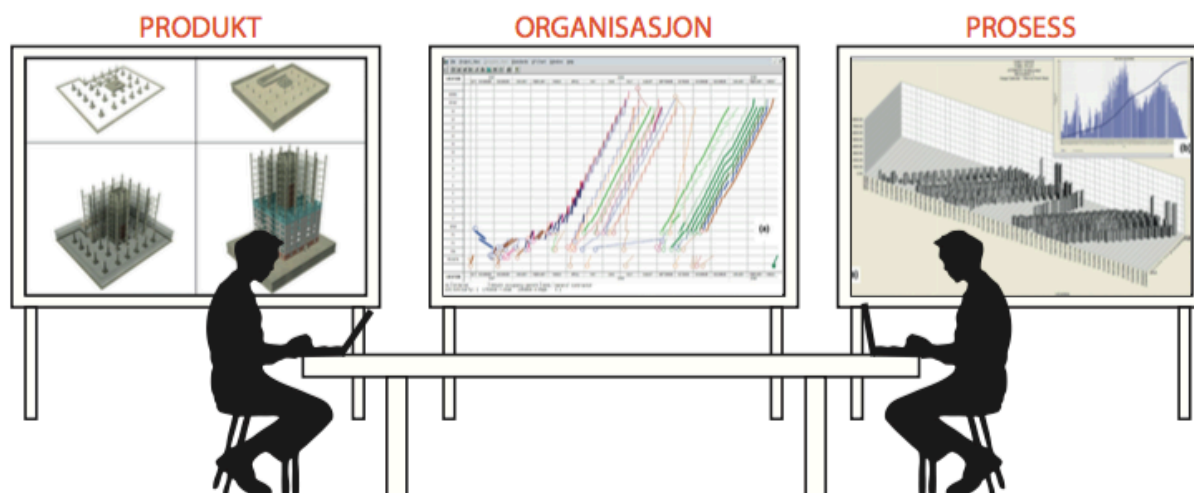
relevant programvare og en god internetforbindelse, som forbinder deltakerne med den felles informasjonsdatabasen BIM-modellen baserer seg på. Alle endringer, tilpasninger eller modeller deltakerne lager på sin egne datamaskin lagres automatisk i databasen.

- **Styringsverktøy**

Under gjennomføringen av bygningsprosessen er VDC også et styringsverktøy som presenterer forskjellige måltall. CIFE lister følgende styringsverktøy:

Tabell 6: Målstyringsverktøy i VDC (fritt etter Kunz & Fischer, 2009)

PPU	PPU, eller prosent planlagt utført, forteller prosjektleder om andelen aktiviteter i byggeprosjektet som startes og fullføres til planlagt tidspunkt.
Ventetid for å få svar ved informasjonsforespørslers	Registrerer tiden som passerer fra en informasjonsforespørsel ytres til responsen foreligger.
Møteeffektivitet	Andelen ICE-deltakere som rapporterer møtedeltakelsen som informativ og betydningsfull.
Informasjonsforespørslers fra byggeplassen	Registrerer antallet informasjonsforespørslers prosjekteringsgruppen får fra byggeplassen under utførelsen av byggeprosjektet.
Overensstemmelse mellom kostnadsestimat og faktisk kostnad	Andelen av aktiviteter og materialer som ender opp med å koste $\pm 2\%$ av budsjettetert kostnad.
Materialleveranse	Registrerer hvor stor del av alt byggemateriale som leveres ≤ 24 timer før planlagt bruk.



Figur 14: ICE prosjekteringsmøte i egnet møtelokale

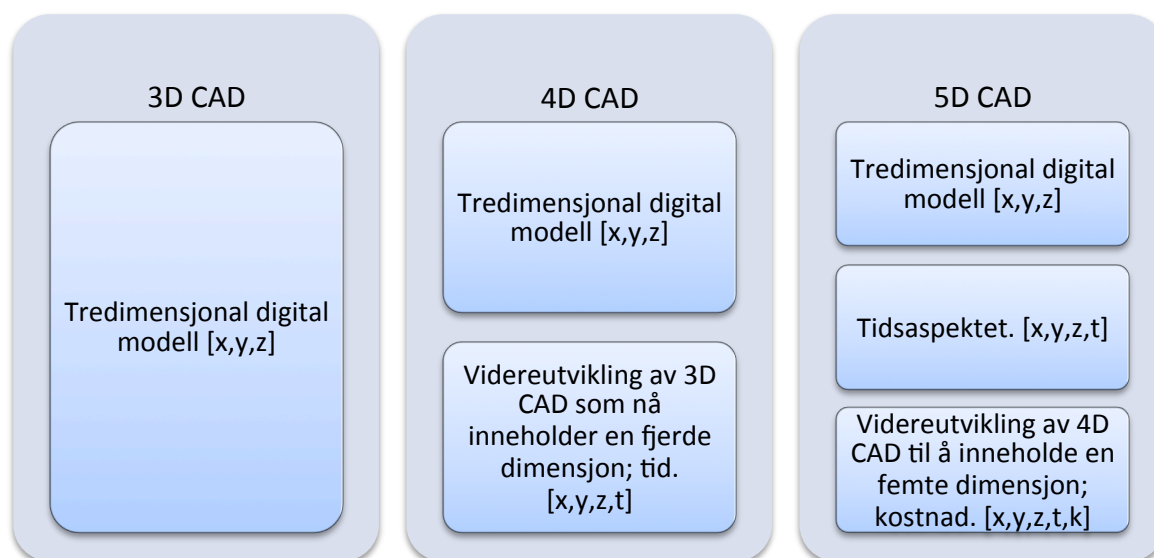
6.4 PLANLEGGING I 4D

I en bransje hvor oppdragene stadig øker i størrelse og kompleksitet kan det spekuleres i hvorvidt tradisjonelle, forholdsvis enkle fremstillingsmåter som CPM, PERT og skråstreksdiagram fortsatt er tilstrekkelige. Flere argumenterer for at fremstillingene er mangelfulle da de forutsetter at fremdriftsplanlegging og design av bygget utføres som to forskjellige, separate oppgaver (Eastman et al., 2011).

Eastman et. al. (2011) påpeker at selv om fremdriftsplanen som legges ved tradisjonelle arbeidsmetoder kan være god, oppstår det problemer da planen skal formidles og forstås av prosjektets aktører. Videre trekker Eastman frem planens betydning for byggeplasslogistikken, og argumenterer for at ingen tradisjonelle planleggingsverktøy tar hensyn til denne dimensjonen. Som en løsning presenteres planlegging i 4D.

4D CAD refererer til datamodeller som kombinerer digitale 3D modeller med en fjerde dimensjon; tid. Ved planlegging i 4D lenkes hvert objekt i en ferdig 3D-modell med en tilhørende aktivitet i en ferdig, utarbeidet fremdriftsplan (Trebbe et al., 2014). Ved komplett lenking, en tidkrevende og repetitiv prosess, kan utførelsesfasen simuleres og evalueres av byggeprosjektets aktører. Byggeprosessen finkjemmes for kollisjoner og komprimeres om mulig. Eastman et. al. (2011) lister følgende fordeler med planlegging i 4D:

- I. **Kommunikasjon.** Fra å fremstille fremdriftsplanen på papirformat kan planleggere med 4D visuelt kommunisere byggeprosessen.
- II. **Byggeplasslogistikk.** Den visuelle fremstillingen av byggeprosessen forenkler organiseringen av byggeplassen. Av utstyr skal byggeplassen huse kraner, heiser, stillas, barrierer og andre sikkerhetsfasiliteter.
- III. **Koordinering av forskjellige fag.** Den visuelle fremstillingen viser hvor de forskjellige fagene er til hvilken tid. Dette gjør det enklere å forebygge kollisjoner.
- IV. **Fremdriftsoppfølging.** Prosjektleder kan enkelt sammenlikne faktisk fremdrift med den visuelle fremdriftsplanen, og ser raskt hvis prosjektet havner bak skjema.



Figur 15: Fra 3D CAD til 5D CAD

DEL 3 I OPPSUMMERING, DISKUSJON OG KONKLUSJON

KAPITTEL 7 | Diskusjon

7.1 EN OPPSUMMERING AV INTERVJUENE

Masteroppgaven har så langt redegjort for grunnleggende teori om gangen og aktørene i byggeprosjekter, valg av gjennomføringsmodell og fremdriftsplanlegging. Trimmet bygg, samspillentrepriser og VDC har blitt definert som nye gjennomføringsmodeller, og planlegging i 4D har blitt introdusert som et nyere planleggingsverktøy. Da tredje del av oppgaven og drøftingskapittelet står for tur, minnes leseren herved på oppgavens problemstilling i forkant:

Kan nyere gjennomføringsmodeller innenfor byggebransjen legge forholdene til rette for effektiv fremdriftsplanlegging og/eller økt produktivitet?

Under en tidsperiode på to måneder har det blitt gjennomført 21 intervjuer med representanter fra 15 forskjellige bedrifter. I håp om å belyse problemstillingen fra flest mulige vinkler og synspunkt har det blitt gjennomført intervju av byggherre, prosjektledere, prosjekteringsledere, rådgivende ingeniører, baser og formenn. Intervjuene har omhandlet hvilke gjennomføringsmodeller som benyttes, hvordan de forskjellige bedriftene bedriver fremdriftsplanlegging og hvilke tanker byggebransjen selv har om de lave produktivitetstallene næringen viser til. Hvor mener de man finner det største forbedringspotensialet?

7.1.1 Valg av gjennomføringsmodell

Etter de gjennomførte intervjuene kan det konkluderes med at tradisjonelle gjennomføringsmodeller fortsatt står svært sterkt i byggebransjen, og at man kun i enkelte byggeprosjekter ser tegn til påvirkning fra nyere gjennomføringsmodeller. Det virker å være tankegangen bak trimmet bygging som har påvirket bransjen i størst grad – et noe forventet resultat da trimmet bygging raskt viste seg å være den eneste modellen samtlig av intervjuobjektene hadde kjennskap til.

I hvor stor grad bedriftene har kunnskap om og erfaring med de overnevnte gjennomføringsmodellene synes å være avhengig av størrelsen på de respektive bedriftene. De to største, hvor størrelse defineres etter årlig omsetning og antall ansatte, er begge sterke pådrivere for samspill med underentreprenører i prosjekteringsfasen og bruk av VDC. Bedriftene viser til god erfaring med tidlig involverende av de utførende – og trekker frem både økt pålitelighet, ansvarliggjøring og mer treffsikre fremdriftsplaner som opplevde resultater.

Mellomstore total- og underentreprenører synes å være delt på midten – hvor alle har kjennskap til slike arbeidsmetoder for prosjektering, men bare noen få har praktisk erfaring. Blant de minste bedriftene som har blitt intervjuet er det noe kjennskap til arbeidsmetodikken, men lav til ingen erfaring med gjennomføringsmodellene i virkeligheten. Det store flertallet stiller seg likevel positive til modellene etter en kort innføring i hva de omhandler.

Akkurat hva som er grunnen til denne størrelsesinndelingen vites ikke spesifikt, men det virker plausibelt å anta at det har sammenheng med hvor ressurssterke bedriftene er. Det er ikke et ukjent fenomen at store, manns- og pengesterke bedrifter ofte er raskt ute til å omfavne nyvinninger. Slike selskap har gjerne

overskuddet til å undersøke framsteget på eget initiativ, heller enn å bli presset til å innføre nyvinningen for å kunne holde tritt med konkurransen.

Hvis fokuset rettes mot de bedriftene som har erfaring med samspill i prosjekteringsarbeidet, synes det også være en sammenheng rundt grad av samarbeid med størrelse/kompleksitet på prosjektet. To av de intervjuede prosjektlederene trekker frem byggeprosjekter med et stort antall underentreprenører og en ambisiøs tidsramme som passende for slik samspillprosjektering. Ved byggeprosjekter som går under kategorien "små" eller anses som rutinemessige, vurderes prosessen som for tidkrevende og, følgelig, unødvendig. Funnet samstemmer med rapporten Byggherren i fokus (2003), som påpeker at samspill under prosjekteringsarbeidet kun vil være hensiktsmessig for byggeprosjekter med lav kunnskap om gjennomførelse av prosjektet og høy risiko.

En enda klarere sammenheng rundt valg av gjennomføringsmodell og størrelse/kompleksitet på prosjektet ble avdekket under casestudien av Ryan Companies, jf. avsnitt 7.2. Etter to og et halvt års erfaring med trimmet bygging og planlegging i 4D, har bedriften utarbeidet retningslinjer for hvilken gjennomføringsmodell som skal benyttes ut fra kontraktssummen på arbeidet. For kontraktssummer under 5 millioner dollar skal det benyttes tradisjonell entrepris- og kontraktsform. For kontraktssummer over 20 millioner dollar nyttes integrert organisasjon fra første stund, og for summer som lander mellom 5 og 20 millioner nyttes en slags hybrid-modell. I disse tilfellene får prosjektlederen selv vurdere hvilken gjennomføringsmodell som best gagnar prosjektet.

Hvis fokuset rettes mot de bedriftene som ikke har god kjennskap til de nyere gjennomføringsmodellene, virker det som en noe utbredt misforståelse at ved samspill under prosjekteringsarbeidet *må* alle underentreprenører være kontraherte før byggestart. Dette er ikke tilfellet med noen av gjennomføringsmodellene. I prosjekteringsarbeidet vil det alltid være en del underentreprenører som ikke er kontrahert. Prosjekteringsarbeidet skjer da med arkitektene, de rådgivende og de allerede kontraherte underentreprenørene, før flere aktuelle parter involveres når byggingen kommer i gang (jf. pull-planlegging, avsnitt 6.1.1).

Hva angår valg av kontrakts- og entreprisform spesifikt er entreprisformene totalentrepriser og delte entrepriser oftest benyttet av de intervjuede bedriftene. Verken byggherren eller totalentreprenørene som ble intervjuet har inngått noen langsiktige partneravtaler med underentreprenører, og for hvert byggeprosjekt som påbegynnes gjennomføres det åpne eller lukkede anbuds konkurranser. Hovedargument for bruk av slike anbuds konkurranser er konkurranseelementet, hvor anbyderne presses til å levere et så lavt som mulig prisestimat for å få tildelt kontrakten. Det skal dog nevnes at byggherren som ble intervjuet var i prosessen med å utvikle og inngå rammeavtaler, som hvis benyttet kan ses på som en form for strategisk partnering⁴⁷.

Bresnen and Marshall (2000) argumenterer for at de fleste entreprenører er positive til å inngå rammeavtaler og partneringavtaler med byggherrer, men at de ikke er villige til å inngå langsiktig samarbeid med egne underentreprenører og leverandører.

⁴⁷ Jf. vedlegg L

Her er funnene etter intervjurunden delte, og overnevnte påstand kan verken bekreftes eller avkreftes. Det kan se ut som de ressurssterke totalentreprenørene som satser på samspill i prosjekteringsfasen er de mest villige til å vurdere et langsiktig samarbeid med underentreprenører og leverandører. Én av de mindre totalentreprenørene er overbevist om at anbudsprisen under samarbeid vil stige, og holder seg følgelig til åpne anbudskonkurranser for hvert prosjekt.

Fastpriskontrakter med lavt honorar basert på priskonkurranse alene er den vanligste honorartypen for rådgivere, og enhetspriskontrakter med regulerbare mengder er ofte benyttet ved kontrahering av underentreprenører. Bare et fåtall prosjekter har noen form for insentivsystem, og de synes å være i forholdet mellom byggherre – totalentreprenør. Det tildelingskriteriet som benyttes ved anbudskonkurranser er hovedsakelig pris, og flere av de intervjuede etterspør andre kvalifiserings- og kontraktstildelingskriterier som fremdriftsevne, kvalitet, likviditet og fokus på HMS.

For å oppsummere har nyere gjennomføringsmodeller i sin helhet ikke fått noe fast fotfeste i bransjen. Man ser likevel klare tendenser til påvirkning fra modellene ved økt fokus på nært samarbeid under prosjekteringsfasen av byggeprosjekter.

7.1.2 Fremdriftsplanlegging i norsk byggebransje

Hvordan de forskjellige bedriftene bedriver fremdriftsplanlegging av byggeprosjekter beskrives overraskende likt av alle intervjuobjektene. Selve gangen i fremdriftsplanleggingen har god overenstemmelse med arbeidsprosessen som beskrevet i oppgavens teoridel, jf. kapittel 4. Praksis skiller seg dog fra teorien når det kommer til å fastslå aktiviteters varigheter og avhengigheter. I majoriteten av de intervjuede bedriftene bestemmes dette av prosjektleder og erfaringstall alene, og bare en av bedriftene nytter internt lagrede produktivitetstall. Det digitale verktøyet med størst utbredelse synes å være Microsoft Project, og den eneste fremstillingsmetoden som benyttes i nevneverdig grad er Gantt-skjema. Metoder som PERT, CPM og skråstreksplanlegging er tilsynelatende fraværende i bransjen, og selv om det nevnes kritiske aktiviteter har få intervjuobjekter utarbeidet kritisk sti.

I byggeprosjektene som satser på samspill i prosjekteringsfasen det god overenstemmelse mellom teori og praksis. Etter kontrahering av underentreprenører organiseres prosjekteringsverksteder som går over en hel arbeidsdag. Fremdriftsplanen legges under disse møtene ved bruk av lappeteknikk, jf. avsnitt 6.1.2, og partene møtes vanligvis hver 14. dag (eller oftere ved behov).

Hva angår bruk av BIM gir intervjuene inntrykk av at verktøyet så langt hovedsakelig brukes til å forenkle og oppfordre samarbeid og informasjonsdeling mellom de prosjekterende aktørene. Her anses kollisjonssjekkfunksjonen som mest verdifull, da feil eller mangler som uoppdaget ville forsinket byggeprosjektets fremdrift kan avdekkes før de inntreffer. De prosjektlederne som aktivt bruker BIM til fremdriftsplanlegging jobber begge for en stor totalentreprenør. Legger prosjektlederne fremdriftsplanene alene brukes BIM-modellen til mengdekalkulasjoner og oversikt over materialkrav. I de tilfeller hvor prosjektlederne deltar i prosjekteringsverksteder beskrives den digitale fremstillingen av bygget som mest nyttig, da underentreprenørene får et klart bilde av hva som skal produseres. Dette påstås å danne eierskap ovenfor byggeprosjektet.

Planlegging i 4D ved bruk av digitale verktøy synes fortsatt å være mer en symbolikk enn en realitet i byggebransjen. Selv om alle de intervjuede prosjekt- og prosjekteringslederne har hørt om den fjerde dimensjonen av BIM, er det bare de to intervjuede BIM-koordinatorene som er utelukkende positive til idéen. Den generelle oppfatningen av planleggingsverktøyet er at det er mer "kjekt å ha" enn faktisk nyttig, og at kostnaden ved å ta det i bruk følgelig er for dyr.

For å oppsummere avbilder intervjuene en bransje med tidspress i alle ledd, hvor fremdriftsplanlegging er preget av tradisjonelle arbeidsmåter og holdninger. Spesielt prosjekteringsfasen får en stadig mer snever tidsramme, og parallellprosjektering og forsering⁴⁸ praktiseres i hvert eneste byggeprosjekt. Selv om alle intervjuobjektene erkjenner sin avhengighet til andre aktører i byggeprosjektet, dannes et bilde av konfliktbaserte byggeprosjekter med manglende evne til og arenaer for samarbeid. Basene sliter med å rekke fristene sine og skylder på mangelfull prosjektering. De rådgivende ingeniørene forklarer forsinkede og mangelfulle detaljtegninger med for lite tid avsatt til prosjekteringsarbeid, og vender pekefingeren videre mot byggherren. Byggherren på sin side forventer at de utførende og de prosjekterende leverer som avtalt - da de tross alt har signert en kontrakt på at de kan. (KPMG, 2015).

7.1.3 Produktivitet i byggebransjen

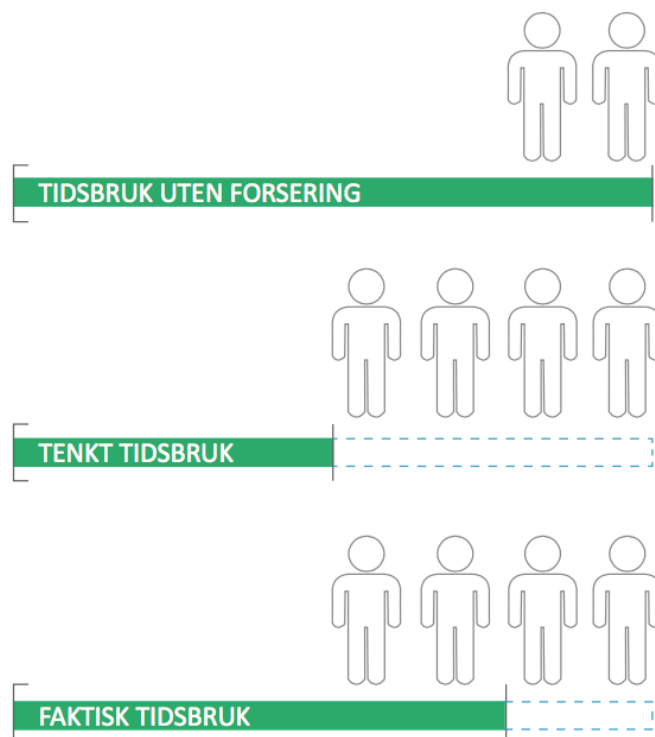
Byggenæringen har lenge vært kritisert for lav innovasjon, lav produktivitet og mye dødtid under utførelsesfasen. Fellesforbundet skriver i en rapport fra 2012 at den gjennomsnittlige uproduktive tiden på norske byggeplasser er hele 33% (Sandmo & Lorentzen, 2012). Veidekke anslår et estimat på 40%, hvor av 30% er uproduktiv tid og 10% er motproduktiv tid (Veidekke ASA, 2008). Intervjuene som har blitt gjennomført estimerer ventetiden til å være 10-40%, og det er generell overenstemmelse rundt at prosentandelen er altfor høy. Det er dog ikke enighet rundt hvem som er skyldig i denne dødtiden, og svarene synes å variere etter intervjuobjektene stillingsbeskrivelser.

Den første forklaringen basene gir på den lave produktiviteten er lange ventetider på at andre underentreprenører skal fullføre arbeidene sine. Videre trekker basene frem mangelfulle og forsinkede detaljteninger fra de prosjekterende, og dårlig logistikk og kaos på byggeplassen. Tre av de fire intervjuede basene forteller om forsering ved hvert eneste byggeprosjekt, og påpeker at forsering er ikke er en spesielt effektiv utnyttelse av arbeidskraften (jf. figur 16).

Flere prosjektledere forteller omtrent samme historie, men trekker frem forsinkede underentreprenører som forklaring på kaoset på byggeplassen – ikke prosjektets fremdriftsplan. To intervjuobjekter refererer til det de kaller et "vedvarende problem", og forteller om underentreprenører som fullfører arbeidsbeskrivelsen innenfor tidsfristen, men som ikke rydder vekk utstyr og overflødige materialer før påfølgende fag etter planen skulle ha begynt å arbeide.

⁴⁸ Å gjennomføre arbeider raskere enn ved normal fremdrift. Skjer i de fleste tilfeller ved å øke bemanningen.

Forsinkelsen som skapes må tas igjen av etterfølgende underentreprenører, som forserer på "forsinkerens" regning. Hvis nåværende underentreprenør ikke har nok kapasitet tilgjengelig til å fullføre eget og gjenstående arbeid, må prosjektlederen innhente ekstern arbeidskraft. Begge tilfellene øker antallet arbeidere på byggeplassen, og kan slik ha en negativ effekt på byggeprosjektets produktivitet (Sandmo & Lorentzen, 2012); fire arbeidere er ikke alltid dobbelt så effektive som to.



Figur 16: Tidsbesparelse ved forsering

Også økningen i utenlandsk arbeidskraft trekkes frem fra de intervjuede prosjekt- og prosjekteringslederne som en mulig forklaring på byggebransjens lave produktivitet. Blant basene er det delte meninger rundt hvilken påvirkning arbeidsinnvandringen har hatt. To sier seg enige med prosjektlederne, og påpeker både kulturforskjeller og en språkutfordringer. Etter deres erfaring er arbeidet som utføres av varierende kvalitet, og unødig mye tid går vekk i opplæring av det som stort sett er ufaglærte arbeidere. Argumentene motstrides av en annen bas – som mener østeuropeiske bygningsarbeidere har langt bedre arbeidsmoral enn "late nordmenn", og slik har en positiv påvirkning på byggeprosjektets produktivitet.

Tre siste forklaringer som fremmes på den lave produktivetsutviklingen er (i) økningen i byggeprosjektets kompleksitet, (ii) strengere tekniske krav til byggverk og (iii) en tidkrevende, tungvint saksbehandlingsprosess. Flere intervjuobjekter stiller også spørsmål om hvorvidt produktivetsmålingsteknikkene er nyanserte nok til å ta hensyn til alle leddene i byggeprosjektets sammensatte verdikjede.

Under litteratursøket virker det ofte som produktivetsutviklingen i byggebransjen forventes å være tilsvarende produktivetsutviklingen i fabrikkproduksjon. Det kan argumenteres for at slike sammenlikninger ikke er hensiktsmessige da fabrikkproduksjon produserer samme tjeneste/vare gang på gang, mens byggebransjen produserer unike tjenester/varer på bestilling fra oppdragsgiver.

For å oppsummere forklarer intervjuobjektene byggebransjens lave produktivetsutvikling med dårlig, manglede og for sen prosjektering, dårlig logistikk på byggeplassen, dårlig samarbeid mellom utførende entreprenører, dårlig oppfølging fra prosjektledere, økt bruk av utenlandsk arbeidskraft og omfattende offentlige krav og regelverk.

7.2 EN OPPSUMMERING AV CASESTUDIET: RYAN COMPANIES

For å få bedre forståelse av hvordan bruk av 4D fungerer i praksis ble det gjennomført et intervju og en liten casestudie av det amerikanske konstruksjonsselskapet Ryan Companies. Bedriften har 400 ansatte og omsetter for rundt 6 milliarder norske kroner årlig. Ryan har spesialisert seg i trimmet bygging, BIM, planlegging i 4D og miljøvennlig bygningsproduksjon. Den foretrukne gjennomføringsformen er IPD og bedriften bruker aktivt LPS som planleggingsystem. Informasjonen som presenteres nedenfor er hentet fra Ryan Companies interne dokumenter.

7.2.1 Valg av gjennomføringsmodell

I likhet med de fleste norske bedriftene som ble intervjuet, kunne også Ryan Companies fortelle om kaos på byggeplassen, forsinkede detaljtegninger, avvik fra fremdriftsplanen og generelt dårlig tilbakemelding fra underentreprenører i de tidlige planleggingsfasene. Som et resultat valgte bedriften i 2012 å satse på nyere gjennomføringsmodeller, og har etter tre år med testing kommet frem til følgende retningslinjer for valg av gjennomføringsmodell:

Tabell 7: Valg av gjennomføringsmodell hos Ryan Companies

Kontraktssum	Anbefalt gjennomføringsmodell
≤ USD 5 000 000 ≈ NOK 40 000 000 ⁴⁹	Tradisjonell gjennomføringsmodell. Fremdriftsplanlegging uten 3D modell hvor prosjektleder alene lager fremdriftsplanen med Microsoft Project.
≥ USD 5 000 000 ≈ NOK 40 000 000	Prosjektleder avgjør. Ofte tradisjonell entrepris- og kontraktsform. Fremdriftsplanlegging med full 3D-modell. Fremdriftsplanen utarbeides med Synchro av prosjektleder og en VDC-ansvarlig.
≥ USD 20 000 000 ≈ NOK 158 000 000	Integrert organisasjon. Fremdriftsplanlegging med full 3D-modell hvor planen utarbeides i samarbeid mellom Ryan Companies og de kontraherte underentreprenørene. Synchro benyttes både til fremstillingen av fremdriftsplanen og visualiseringen.

- Små prosjekter til en kontraktssum under fem millioner dollar anses i majoriteten av tilfellene som "standard prosedyre". Det investeres følgelig ikke ekstra tid og ressurser på samarbeid i prosjekteringsprosessen eller linking av hver enkelt aktivitet til en objekt i en 3D-modell. Underentreprenører kontraheres på tradisjonelt vis med en start- og sluttdato for deres respektive arbeid, og står selv for utarbeidingen av egne produksjonsplaner.
- Mellomstore prosjekter til en kontraktssum over fem millioner dollar 3D-modelleres og kjøres kollisjonstester på. Avhengig av hva prosjektlederen behersker/ønsker utarbeides fremdriftsplanen enten i Synchro eller Microsoft Project. Linking av hver

⁴⁹ Kurs på 7,8886. Månedsgjennomsnitt av daglige data for hele april 2015. (Kilde: www.norges-bank.no) Tallverdier er avrundet til nærmeste million.

enkelt aktivitet i fremdriftsplanen til tilhørende objekter i 3D modellen anses som tidkrevende, og uteblir med mindre spesielt mange utførende entreprenører er involverte i prosjektet.

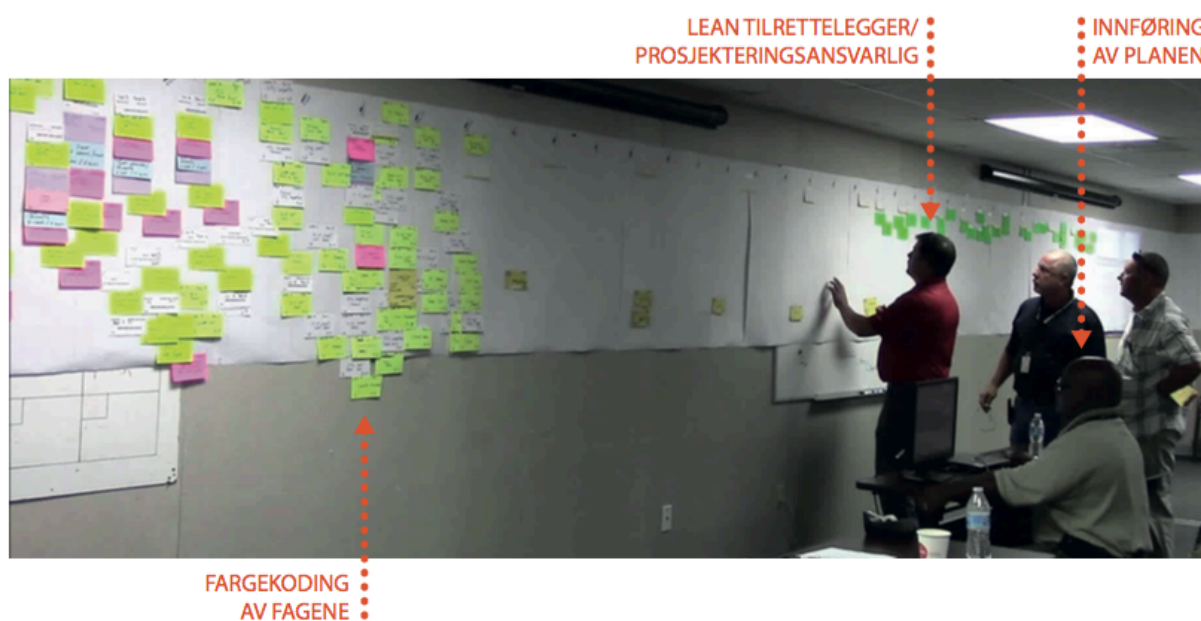
- Store, komplekse prosjekter gjennomføres i tråd med trimmet bygging, hvor planleggingsarbeidet skjer i tett samarbeid mellom utførende og prosjekterende. Byggeprosjektet 3D-modelleres, og Synchro benyttes til planlegging i 4D. Visualiseringen av fremdriften brukes aktivt videre i prosjektet, både i ukentlige byggemøter og på selve byggeplassen.

Det påpekes at til tross for retningslinjene velger flere og flere å benytte seg av trimmet bygging for prosjekter av liten til mellomstor størrelse av fri vilje.

Studien av og intervjuet med bedriften har således god overensstemmelse med sammenhengen intervjurunden så rundt nødvendig grad av samarbeid i prosjekteringsfasen og størrelse/kompleksitet på prosjektet.

7.2.2 Fremdriftsplanlegging ved IPD hos Ryan Companies

Leverandører kontraheres først på basis av tildelingskriteriene egen økonomi, forsikring, tidligere arbeidserfaring og pris. Underentreprenørene forplikter seg til en svært grov timeplan, til å delta aktivt i prosjekteringsarbeidet og til å gjøre det de kan for å redusere byggeprosjektets tidsrammer. Med planlagt ferdigstilling som den siste milepælen, brukes pull-planlegging med post-it lapper til å detaljplanlegge de forskjellige fasene i prosjektet. Det planlegges vanligvis for én fase av gangen (for eksempel 2-6 uker, avhengig av prosjektstørrelse). Arbeidet utføres i samarbeid med representanter for hver av de utførende, og aktørene ansvarliggjøres ovenfor hverandre. Under hvert enkelte planleggingsmøte er én "lean tilrettelegger" tilstede for å veilede deltakerne og gjøre møtene så effektive som mulig. En datakyndig deltar på sidelinjen, og har ansvaret for innføringen av planen i Microsoft Project/Synchro.



Figur 17: Fremdriftsplanlegging i prosjekteringsmøte hos Ryan Companies

7.2.3 Planlegging i 4D – suksess eller stress?

Av de gjennomførte intervjuene ble det tidligere konkludert med at planlegging i 4D fortsatt er lite utbredt i norsk byggebransje. Selv om mange har hørt om 4D er det få som detaljert vet hva det innebærer, og enda færre som har lang erfaring med det. Av de som hadde kjennskap til 4D ble ett usikkerhetsmoment spesielt ofte ytret: hvorvidt besparelsene man oppnår på lang sikt overgår implementerings- og opplæringskostnadene ved 4D. Det har ikke vært lett å finne noe forskningsdata på dette verken i Norge eller i utlandet, da det rett og slett er vanskelig å måle.

Ryan Companies har over en toårs-periode selv regnet ut hvilke besparelser de har hatt på prosjekter utført etter IPD med planlegging i 4D (jf. vedlegg D). Tallene er regnet ut ved å sammenlikne tjue gjennomførte byggeprosjekter, hvorav ti ble ferdigstilt før og ti ble ferdigstilt etter implementeringen av den nye gjennomføringsmodellen.

- Tidsbesparing i utførelsesfasen på to uker per seks måneder
- Nedgang på 1-3% i kostnader ved kontrahering av el- og VVS underentreprenører
- Nedgang på 75% av detaljtegninger med påskriften "løses på byggeplassen"
- 50% reduksjon i papirbruk, besparelse på ≈ 40 000 NOK per prosjekt

Dokumentet tar utgangspunkt i at byggeprosjekt er homogene. I praksis vil dette være en forenkling⁵⁰, og det hadde derfor vært ønskelig å utfordre grunnlaget for dokumentet. Dette hadde intervjuobjektene ikke tilgang til. Kalkulasjonene er basert på det Ryan Companies refererer til som et "typisk kontorbygg", men dette begrepet er ikke videre spesifisert. Det faktum at tallene er utarbeidet av selskapet selv, heller enn en ekstern bedrift, gir grunn til å stille spørsmål ved dokumentets legitimitet. På basis av denne argumentasjonen ble det bestemt å bare legge ved det originale dokumentet som et vedlegg – og ikke som en egen del i dette kapittelet.

Det er vanskelig å konkludere hvorvidt planlegging i 4D vil føre til konkrete kostnadsbesparelser i det norske markedet på bakgrunn av dette dokumentet. Utregningene forteller uansett en viktig melding; at selskapet selv er overbevist om at gjennomføringsmodeller som oppfordrer til samspill i prosjekteringsfasen og bruk av 4D har gitt store besparelser - allerede etter bare to år. Dette skaper entusiasme og større tiltro til IPD innad i firmaet.

Det er diskuterbart hvor representativt et amerikansk firma er for den norske byggebransjen. Fremdriftsplanlegging av byggeprosjekter i Norge påvirkes blant annet av SAK 10 og TEK10. Myndighetene i USA påvirker også byggeprosessen gjennom egne lover og forskrifter, og ved en eventuell sammenlikning må likheter og ulikheter ved lovverket tas hensyn til. Slike overensstemmelser og uoverensstemmelser blir ikke diskutert noe videre, da det anses som utenfor masteroppgavens innsnevring og tidsramme.

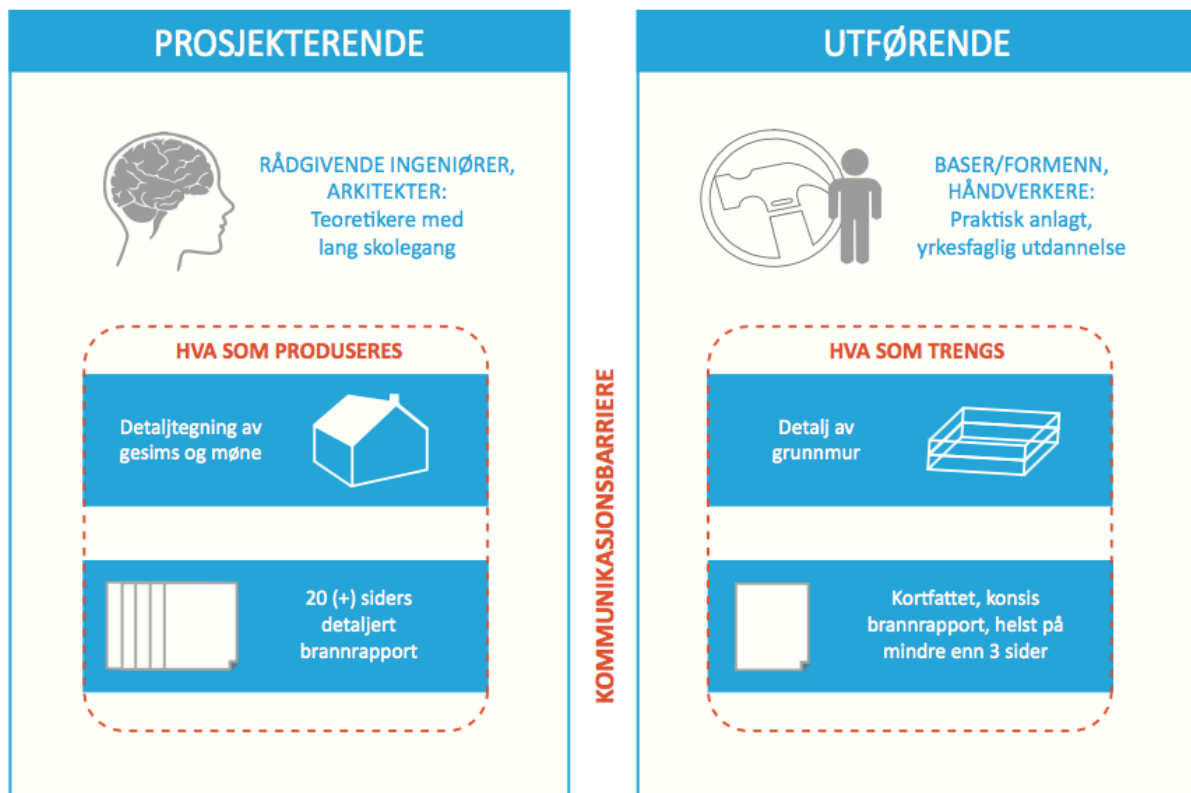
⁵⁰ Jf. avsnitt 3.1

7.3 EVALUERING AV RESULTATENE

7.3.1 Hva kan nyere gjennomføringsmodeller tilføre bransjen?

Felles for de nyere gjennomføringsmodellene er tanken om at et tettere samarbeid og god kommunikasjon mellom aktørene og grensesnittene i verdikjeden vil bidra til mer effektiv bygging og økt produktivitet (Bygballe, 2010). Av de intervjuede prosjektlederne som har kjennskap til og erfaring med disse modellene, er samtlige optimistiske ved spørsmål om hva slikt samarbeid kan tilføre bransjen.

Først og fremst argumenteres det for at et tettere samarbeid bryter det intervjuobjektene refererer til som en "kommunikasjonsbarriere" mellom de utførende og de prosjekterende. Én prosjektleder portretterer prosjekteringsarbeid i byggeprosjekter på følgende måte:



Figur 18: Kommunikasjonsbarriere under prosjekteringsarbeidet

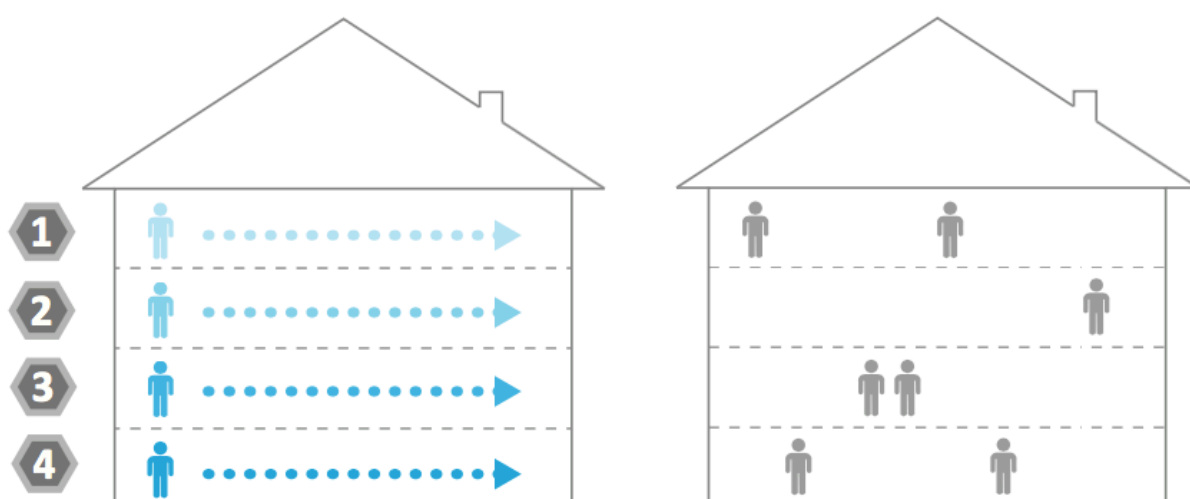
Illustrasjonen viser kommunikasjonsbarrieren som oppstår ved tradisjonelle gjennomføringsmodeller. Som et eksempel på hvordan barrieren fungerer i praksis trekker prosjektlederen frem følgende scenario: Av vane kan den første detaljtegningen arkitekten produserer være av gesims og møne på bygningen, mens det de utførende trenger er detaljer av grunnmuren for å klargjøre til produksjon. Eksempelvis kan enkelte typer armering ha lange bestillingstider, og underentreprenøren vil være avhengig av å få detaljtegningene i god tid før byggestart for å få bestilt materialene. Hvis ikke underentreprenøren får lagt inn bestilling i tide kan man allerede i starten av byggeprosjektet ha fått en forsinkelse – som lett kunne vært unngått hadde bare arkitekten blitt satt i direkte kontakt med forskalingsnekkeren.

Prosjekterende og utførende er to like viktige deler i et byggeprosjekt som ikke kan lykkes uten hverandre – men som i dag mangler en arena for samarbeid. Samarbeidsmodeller og prosjekteringsverksted kan være en måte å skape en slik arena – og antallet forsinkede eller mangelfulle detaljtegninger kan potensielt gå ned.

Et annet konfliktmoment som kan adresseres ved bruk av samarbeidsmodeller er prosjektledernes misnøye med konsekvent dårlig tilbakemelding fra underentreprenører. Flere forteller om situasjoner hvor underentreprenører tilsynelatende er uten innvendinger mot fremdriftsplanen, men som allikevel starter å klage på dårlig tid så snart arbeidet er i gang. I prosjekteringsverksted kan det bli lettere å få en muntlig, direkte tilbakemelding fra de utførende, og underentreprenørene ansvarliggjøres overfor fremdriftsplanen.

En prosjektleder kritiserer underentreprenørene for å bare tenke på arbeidets planlagte sluttdato, og ikke utførelse i henhold til planen. En annen kritiserer videre baser og formenn for å være fagfolk – ikke organisatorer – og gir følgende eksempel:

I et byggeprosjekt vedkommende var prosjektleder for i fjor skulle de forskjellige fagene etter fremdriftsplanen jobbe i ulike etasjer. Først da tømmerne hadde fullført arbeidet sitt i fjerde etasje fikk de forflytte seg én etasje ned, og starte arbeidet i tredje. Tømmerens start i tredje etasje markerte starten for påfølgende fag i fjerde. Fremdriftsplanen var både godtatt av underentreprenørene og opphengt i brakkeriggen, men ved befaring på byggeplassen fant prosjektlederen et noe annerledes bilde. Flere håndverkere var spredd rundt på alle plan og forskjellige fag jobbet side om side i samme etasje. De forskjellige aktørene og fagområdene var i prosjektleders øyne mer opptatt av egne mål enn det overordnede målet til byggeprosjektet. Dette resulterte i forsinkelser, forsering og en betydelig kostnadsoverskridelse. I en slik situasjon vil samarbeid i prosjekteringsfasen kunne ha betydning da underentreprenørene som deltar selv forstår hvordan deres fag påvirker andre.



Figur 19: Utførelse etter plan og utførelse i virkeligheten

Ansvarliggjøring vil også være hensiktsmessig da aktiviteter i byggeprosjekter i dag har en tendens til å utvide seg til å ta all den tiden de allokteres. En prosjektleder forteller om et spesielt tidspresset prosjekt hvor byggeplassen under befaring tre dager før planlagt sluttdato nærmest kunne sammenliknes med en maurtue. Da det ble klart at byggeprosjektet ikke kom til å bli ferdig i tide, bevilget byggherren entreprenørene tre ukers sårt trengt ekstra tid. To dager etter utsettelsen dro samme prosjektleder på en ny befaring, og fant en tilnærmet tom byggeplass. Nesten alle underentreprenørene hadde relokert arbeiderne sine til andre prosjekter, da de nå hadde "god tid". Det oppstår konflikter når hoved- eller totalentreprenøren fokuserer på fremdrift, og de tekniske entreprenørene fokuserer på fag (Arge, 2000).

En siste konfliktområde som kan bli påvirket ved bruk av samarbeidsmodeller er det varierende kompetansenivået i byggenæringen. Arge skriver at byggebransjen i dag har kompetanseproblemer på to områder: (i) spisskompetanse innenfor eget fag og (ii) kompetanse knyttet til ledelse, styring og planlegging av byggeplassen. Intervjurunden avslører et annet kompetanserelatert problem: skepsis og manglende tro på andre aktørers evne. De nyere gjennomføringsmodellene bygger på stabile relasjoner over lenger tid enn bare ett prosjekt. Det kan argumenteres for at arbeidsprosesser der de samme personene samarbeider flere ganger, fremmer læring og innovasjon - man gjør hverandre gode. Følgelig kan samarbeidsmodeller trolig bidra til å heve kompetansenivået i næringen på lang sikt.

En utfordring som ikke lar seg løse av nyere gjennomføringsmodeller alene er den økende andelen utenlandsk arbeidskraft i byggebransjen. Utvidelsen av EU i 2004 førte til en massiv arbeidsinnvandring fra Østblokk-land til norsk BAE-næring. Trenden har over de siste sju årene blitt forsterket av finanskrisen, og viser ingen tegn til å flate ut. Goldeng & Bygballe (2013) argumenterer for at arbeidsinnvandringen kan føre til koordinerings- og kommunikasjonsproblemer på byggeplassen. Samspillmodeller skal i teorien kunne forbedre koordinering og logistikk i byggeprosjekter, men arbeidsmetodene adresserer ikke den eksisterende språkutfordringen.

De fleste av byggene som bestilles i dag blir unike produksjoner som utføres av et nytt lag av bedrifter fra prosjekt til prosjekt. Laget settes i de fleste tilfeller kun sammen fordi hver enkelt bedrift til denne anbuds konkurransen greide å levere det billigste tilbudet - og fikk tildelt kontrakten. Det finnes ikke noe "galt" med å kontrahere de billigste entreprenørene, men det er viktig å forstå at dette ikke er noen garanti for at de sammen produserer det billigste (og beste) sluttproduktet (Arge, 2000). I tillegg hindrer det nåværende systemet erfaringsoverføring fra prosjekt til prosjekt, og oppfordrer til en byggeprosess hvor partene har ulike mål og suksesskriterier.

En interessant konklusjon fra de gjennomførte intervjuene var at *samtlig* av intervjuobjektene så potensielle fordeler med et tettere samarbeid mellom prosjekterende og utførende i byggeprosjekter. Denne generelle, positive holdningen understøttes av prosjektledernes positive erfaringer med nyere gjennomføringsmodeller. Dette kan tolkes som at samspillentrepriser, trimmet bygging og VDC legger forholdene til rette for effektiv fremdriftsplanlegging.

7.3.2 Hvorfor har ikke nyere gjennomføringsmodeller fått fotfeste?

Under intervjurunden påpekte flere prosjekt- og prosjekteringsledere at behovet for et tettere samarbeid mellom prosjekterende og utførende lenge har vært tilstede. Gjennomføringsmodellene bygger således ikke på noen spesielt revolusjonerende ideer. Det derimot ingen kunne gi noe spesielt godt svar på, er hvorfor en bransje med lav innovasjon og lav produktivitet tviholder på tradisjonelle gjennomføringsmodeller – da det tilsynelatende finnes bedre alternativer.

I overensstemmelse med prosjekt- og prosjekteringsledernes utsagn har behovet for bedre samarbeid og kommunikasjon mellom byggeprosjektets aktører vært påpekt i Europa helt siden midten av 1980-tallet (Portier & Crespin-Mazet, 2009). I Norge kunne Larsen allerede i 1995 etter en kvantitativ studie av 280 byggeprosjekter, konkludere med at prosjekter som hadde inngått i samspillentrepriser oppnådde overlegent best resultat. Studien vektla evne til å kontrollere tid og ressurser, teknisk utførelse og tilfredsstillelse av kunden. Bygballe konkluderer på liknende vis etter en casestudie av St. Olavs Hospital i 2010. Her resulterte samarbeid i prosjekteringsfasen med eierskap til prosjektet, en forent målsetning og utviklingen av de beste, tekniske og designmessige løsningene i fellesskap.

Det finnes uendelig mange forskningsrapporter og casestudier om hvorfor trimmet bygging, samspillentrepriser og VDC "må" implementeres i byggebransjen. Studiene lover lavere projektkostnader, økt effektivitet på byggeplassen, større mulighet for innovasjon i form av nye løsninger, bedre kvalitet på sluttproduktet, bedre kartlegging av prosjektets risikofaktorer, færre konflikter og høyere utnyttelse av arbeidskraften (Manley et al., 2007). Wong & Cheung (2003) går enda et steg videre, og skriver at samspill under prosjekteringsarbeidet direkte resulterer i økt produktivitet under utførelsesfasen.

Den teoretiske undersøkelsen har dog ikke lyktes i å finne kritisk forskning som i detalj redegjør for hvorfor mange oppdragsgivere (her både byggherrer og entreprenører) stiller seg kritisk til å omfavne de nye gjennomføringsmodellene. Det finnes heller ikke artikler som diskuterer hvilke barrierer bransjen står ovenfor ved en eventuell implementering av arbeidsmetodikken (Jørgensen & Emmit, 2008). Dette ble derfor naturlige spørsmål under de gjennomførte intervjuene.

En prosjektleder er positiv til idéen, men trekker frem offentlige anskaffelsesregler som et hinder for alt annet en ren priskonkurrans. En annen ser ulemper ved integrerte organisasjoner da han tror det blir lettere for underentreprenører å kreve mer tid enn hva de egentlig trenger til å utføre arbeidet. Videre stiller han seg skeptisk til å skulle involvere de utførende i prosjekteringsarbeidet i for stor grad, da det ikke er ønskelig å skulle "mikrostyre" underentreprenørene. Prosjektlederen, som jobber for en mellomstor bedrift, trekker frem flere eksempler hvor kontraherte underentreprenører har vist seg å ikke ha kompetanse til å tidsette eget arbeid. Intervjuobjektet anklager videre store totalentreprenører som medskyldige, og argumenterer for at ressurssterke bedrifter som benytter integrerte organisasjoner generelt detaljstyrer underentreprenører. Når de samme underentreprenørene senere skal jobbe med en mindre totalentreprenør som ikke er ressurssterk nok til å detaljprosjekttere de utførendes arbeid, oppstår frustrasjon, konflikt og et anspent arbeidsforhold. Samme vedkommende stiller seg likegyldig ovenfor hvordan

underentreprenørene prosjekterer eget arbeid – så lenge de leverer som de skal til avtalt tid.

En annen prosjektleder argumenterer for at økningen i antall fremmedspråklige baser og formenn har hindret/forsinket implementeringen av de nye gjennomføringsmodellene. I kjernen av både samspillentrepriser, trimmet bygging og VDC ligger tanken om gode, effektive prosjekteringsmøter hvor alle byggeprosjektets aktører deltar og ytrer sin mening. Dette blir vanskeligere å gjennomføre hvis noen av deltakerne i prosjekteringsverkstedene er fremmedspråklige. Kvaliteten på utbyttet etter prosjekteringsfasen synker – og den valgte gjennomføringsmodellen kan feilaktig dømmes som lite hensiktsmessig.

Man kan på den annen side argumentere for at god prosjekteringsledelse og en klar agenda for hvert møte sikrer effektive prosjekteringsverksted på tross av kommunikasjonsutfordringer. Kim & Park (2006) påpeker at til tross for god prosjekteringsledelse forventes det at underentreprenørene viser en viss vilje til å delta, da de tross alt har skrevet under en kontrakt. Bidrar de ikke er det kontraktsbrudd og underentreprenøren kan hives ut – en situasjon som verken er gunstig for oppdragsgiver eller leverandør.

Et annet spørsmålstegn ved nyere gjennomføringsmodeller er derfor hvilken deltakelse man kan forvente fra de innblandede aktørene. Bekymringen trekkes frem av to av de intervjuede prosjektlederne, som begge har hatt opplevelser under prosjekteringsverksteder hvor noen parter ikke bidro og praktisk talt gjorde narr av tilnærmingen. Møtene ble useriøse og samarbeidet anstrengt. Det kan være utfordrende å få et stort antall involverte parter til å jobbe mot en felles, overordnet målsetting. Dette gjelder spesielt når målsettingen vanligvis utarbeides i samarbeid mellom byggherre og prosjektets hoved-/general-/totalentreprenør alene. Hvis underleverandører holdes utenfor, blir det vanskeligere å rettferdiggjøre hvorfor de skal ta seg tid til å delta i prosjekteringsarbeidet - som i byggebransjen i dag strengt tatt anses som utenfor deres arbeidsbeskrivelse.

Blant de små underentreprenørene er det splittelse rundt hvorfor nyere gjennomføringsmodeller ikke har fått fotfeste i bransjen. Noen bedrifter ser svært positivt på påvirkningsmuligheten som oppstår, mens andre trekker frem frykten for ekstra administrativt arbeid. Én bas forteller om et papirvelde og dokumentasjonsbehov som "ikke hører hjemme noe sted", og frykter det bare blir verre med samspillmodeller. En annen ser ikke verdien i å bruke ressurser på et nært samarbeid under prosjekteringen for å øke produktiviteten, og mener det mest effektive er å la underentreprenørene få styre seg selv. En tredje bas ser verdien i å delta i prosjekteringsarbeidet, men ser ikke for seg at det har noen hensikt da totalentreprenører sjelden tar hensyn til innspill fra underentreprenørens side "uansett". De disponerte ressursene til å delta i planleggingsarbeidet er da bortkastet, og tanken om økt verdiskapning for begge parter i integrerte organisasjoner faller vekk.

En britisk studie fra 2003 konkluderer med at små underentreprenører stiller seg skeptisk til samspill i prosjekteringsfasen da de ikke føler seg anerkjent som et uavhengig og beslutningstakende firma. Underentreprenørene blir stadig presset på

marginene, og føler seg overstyrt av en større bedrift (Packham et al., 2003). Studien har slik god overenstemmelse med funnene etter intervjuerunden.

Den intervjuede byggherrebedriften ser verdien av et tett samarbeid i prosjekteringsfasen. Bedriften ønsker følgelig så langt som mulig å benytte eksisterende rammeavtaler med entreprenører de erfaringsmessig vet er dyktige. Hvis ikke rammeavtalene ligger til grunn gjennomføres en lukket anbudskonkurranse, hvor to til tre bedrifter inviteres til å levere anbud.

Fra oppdragsgivers perspektiv kan konkurranseelementet virke som et gyldig argument for å beholde tradisjonelle anbudskonkurranser da prisen i de fleste tilfeller blir presset ned. På den annen side bør oppdragsgiveren også sette spørsmål ved tids- og ressurskostnadene som må dekkes ved å holde en slik konkurranse. Oppdragsgiver skal kanskje bare godta ett av anbudene, men konkurransegrunnlag, utlysning og en tidkrevende selekteringsprosess skal fortsatt gjennomføres. Anbydere selv møter kanskje en enda større kostnad, da de både skal utarbeide grove fremdriftsplaner, innhente priser fra leverandører og lage et prisestimat før de i det hele tatt vet om de får arbeidet. Alle kostnadene som nevnes her må dekkes av andre prosjekter, og betales følgelig til syvende og siste av markedets oppdragsgivere – som i utgangspunktet var de som gikk inn for å spare penger (Gadde & Dubois, 2010). Hvis tids- og ressurskostnader ved anbudskonkurranser overskrider den økonomiske gevinsten vil langsiktig samarbeid og nyere gjennomføringsmodeller være fordelaktig for oppdragsgiveren.

Det er også hensiktsmessig for oppdragsgivere å vurdere om pris burde være det vektlagte tildelingskriteriet. En priskonkurranse alene kan friste leverandørene til å øke sine egne vinnerjanser ved taktisk prising (Lædre, 2006). Taktisk prising forekommer når anbyder utnytter svakheter i konkurransegrunnlaget, eller bevisst legger inn feil i sine tilbud, som leder til at leverandøren får mer betalt enn det han har oppgitt i tilbudet (Stenstrup & Stordrange, 2014). På denne måten leveres et feilaktig bilde av tilbudet i anbudskonkurransen. To av intervjuobjektene trekker frem ett prosjekt hvor billigste anbyder ble valgt på grunnlag av 30 000 i kostnadsforskjell, men til slutt endte opp med å koste totalentreprenøren rundt 200 000. Hvorvidt dette var taktisk prising spekuleres ikke i, men eksempelet demonstrerer hvordan ordet "billigst" i byggesammenheng ikke alltid betyr best.

Selv om taktisk prising oftest forekommer ved utførelseskontrakter med regulerbare mengder, påpeker Meland (2000) at pris som eneste tildelingskriteria vil være spesielt ufordelaktig ved kontrahering av prosjekteringsarbeid. Priskonkurranse på prosjekteringsoppdrag har lett for å resultere i mislykkede prosjekt, da det optimale prosjekteringsomfanget sjelden nås.

Dahlskog (2008) peker på ansvarsøkningen i rollen som oppdragsgiver som en utfordring ved nye gjennomføringsmodeller. Selv om modellene i teorien ikke skal tilføre byggeprosessen noen nye arbeidsoppgaver, overføres noe ansvar fra entreprenør over til byggherren. Dette skaper problemer hvis ikke byggherren har nødvendig kompetanse og ressurser til å bidra aktivt i byggeprosjektet, noe som ofte er tilfellet for forbruker-/engangsbyggere som ikke er profesjonelle (Marshall & Bresnen, 2000). De gjennomførte intervjuene har ikke resultert i noe grunnlag for å motsi denne påstanden.

Den største utfordringen for implementeringen av gjennomføringsmodellene og byggebransjen generelt synes å være det psykologiske aspektet endringsmotvilje. Aversjonen mot å endre arbeidsprosedyrer og daglige rutiner trekkes frem av samtlige av intervjuobjektene, og representerer et klart hinder mot etableringen av nyere gjennomføringsmodeller, mer effektiv fremdriftsplanlegging og økt produktivitet. Eriksson påpeker fenomenet i en forskningsrapport fra 2007, hvor han hevder at aktører i byggeprosjekter alltid vil falle tilbake til gamle, kjente arbeidsprosedyrer – rett og slett grunnet menneskets natur. Da det tidligere har vært oppfatningen at endringsmotviljen gjerne er lavest i lederstillinger og høyest hos arbeiderne på byggeplassen, har empiriske studier nå vist at det psykologiske aspektet opptrer på tvers av organisasjoners hierarkiske struktur (Smollan, 2011, Sullivan, 2015).

Den siste forklaringen på hvorfor nyere gjennomføringsmodeller sliter med å få fotfeste er langvarig innføringstid og unødig mye møtevirksomhet. Utsagnet kommer fra en prosjekteringsleder som selv har erfaring med trimmet bygg og VDC. Argumentet underbygges av Kim og Park (2006), som skriver at nyere gjennomføringsmodeller krever for mange møter og for lange diskusjoner. Møtene mellom utførende og prosjekterende tar opp for mye tid, spesielt hvis de er dårlig håndterte – og spesielt i starten av prosjekteringen. Intervjuobjektets erfaring tilsier at den gjennomføringsmodellen som yter best resultat er en gyllen middelvei – som han fortsatt letter etter.

Et annet intervjuobjekt trekker også frem overdrevent mye møtevirksomhet som et mulig tidsproblem for de rådgivende ingeniørene. Argumentet forklares med følgende scenario: Hvis *alle* byggeprosjekter som gjennomføres organiseres etter samspillentrepriser, trimmet bygging eller VDC vil rådgivende bedrifter (og bedrifter generelt) måtte bruke så lang tid på møtevirksomhet at de ikke har tid til å gjøre det de egentlig skal – tegne detaljer. Dette fører til en lengre prosjekteringsfase og en tilsvarende lengre byggeperiode.

Bruker man dog samme scenario og logikk kan man også ende opp med en helt annen konklusjon: Den ekstra tiden rådgivere bruker på økt møtevirksomhet gir økt forståelse av hvilke detaljer de utførende faktisk trenger, og da utførelsesfasen tiltar kan de rådgivende bevege seg videre til neste byggeprosjekt. Tidsbruken returneres her i andre enden av byggeprosjektet.

7.3.3 Hva kan planlegging i 4D tilby byggebransjen?

Det kan diskuteres hvorvidt 4D virkelig forbedrer selve planleggingen av byggeprosjekter eller bare forbedrer forståelsen av byggeprosessen. Etter intervjuene med Tom Degenis og Mike Prefling kan det virke som verktøyets største attributt er visualiseringen av byggeprosessen. Den virtuelle animasjonen kan gi byggeprosjektets aktører en innføring i hele fremdriftsplanen gjennom en to til fire minutters lang video, heller enn å forvente at de forestiller seg prosessen ved å studere et Gantt-skjema separat fra 3D-modellen. Å se sluttproduktet man jobber for å nå kan skape entusiasme, driv og en felles målsetting for samtlige av byggeprosjektets aktører – ikke bare de utførende.

Animasjonen gir også en mulighet til å validere effektiviteten av fremdriftsplanen og slik forebygge eventuelle "flaskehals" under produksjonsfasen. Byggeprosjektets risiko kan reduseres, man kan unngå uforutsette kostnader ved byggestopp og det blir enklere å legge forholdene til rette for god logistikk på byggeplassen.

Hvorvidt 4D kommer til å få fotfeste i byggebransjen eller ei er vanskelig å spå. Det store flertallet av intervjuene som ble gjennomført stilte seg negativ til arbeidsmetoden, med argumenter som "for tidkrevende", "for komplisert" og "for dyrt". Et fåtall stiller seg derimot svært positive, og ser på 4D som den eneste naturlige utviklingen for moderne fremdriftsplanlegging. Ved lanseringen av CPM på 1950-tallet ble prosjektledere over hele USA opprømte over de nye mulighetene verktøyet tilbydde. (Newitt, 2009) Interessen varte dog ikke lenge, og CPM ble raskt kritisert - i likhet med 4D - for å være "for tidkrevende", "for komplisert" og rett og slett "upraktisk". I dag, 60 år senere, er digitale verktøy basert på samme nettverksrepresentasjon brukt av konstruksjonsfirmaer jorda rundt.

Hvis planlegging i 4D skal bli normen i byggebransjen må enten oppdragsgiverne begynne å kreve visuelle fremstillinger av byggeprosessen, eller flere store- og mellomstore totalentreprenører ta verktøyet aktivt i bruk. De fleste bedrifter i dag velger å forandre arbeidsprosedyrene sine for å holde tritt med konkurrentene – ikke for å stå i spissen av innovasjon og forandring. Kim og Park (2006) påpeker at oppdragsgivers holdning til planlegging i 4D påvirker hvorvidt innføringen av verktøyet lykkes eller ei. Byggherrer må med andre ord være positive til ideene bak 4D, og klart se verdien av å implementere det.

7.3.4 Kan nyere gjennomføringsmodeller alene gi økt produktivitet?

Om å måle produktivitet i byggebransjen

Produktivitet er et mål på hvor mye man skaper relativt til hvor mye ressurser man bruker (Espelien et al., 2015). En bransje med høy produktivitet har oppnådd høy produksjon med lav faktorinnsats, og produktivetsbegrepet gir slik en indikator på lønnsomhet og ressursutnyttelse.

Målinger utarbeidet av SSB har lenge stått i forsetet av diskusjonen omkring byggebransjens lave produktivetsutvikling. Det er en utbredt oppfatning både i media og under intervjurunden at bransjen har hatt en synkende produktivitetstrend over de siste 20 årene, og dårlig produktivitet blir nærmest konsekvent gitt skylden for økende byggekostnader, dyrere bygg for sluttbrukerne og avvik og forsinkelser fra fremdriftsplanene.

Det er ikke tvil om at produktiviteten i bransjen har forbedringspotensial, men det er tvil om produktivetsnedgangen som representeres av SSB er virkelighetsnær. Flere nyere forsknings- og utredelsesrapporter (SINTEF problemrapport, Meld. St.28, Bygg21 strategirapport og Produktivetskommisjonens produktivetsrapport) påpeker feil og mangler i beregningsgrunnlaget til SSB, og argumenterer for at byggebransjen mangler pålitelige indikatorer og prestasjonsmål.

Espelien, Theie & Bygballe har valgt å måle produktivitet som verdiskapning per sysselsatt sett opp mot lønnskostnadene per ansatt i næringen. Forskningsrapporten "En verdiskapende Bygg-, Anlegg- og Eiendomsnæring (BAE)" er den første som viser til en sterk *produktivetsvekst* i næringen, siden verdiskapningen har økt betraktelig mer enn sysselsettingen (jf. tabell 8). Det store avviket fra tallene kalkulert av SSB kommer av hvordan de to partene definerer BAE-næringen. SSBs anser kun utførende bygg- og anleggsvirksomhet som BAE-næringen, mens Espelien et. al har en noe bredere definisjon (jf. tabell 9).

Forskningsrapporten konkluderer med at den gjengse oppfatningen av at næringen er lite produktiv ikke nødvendigvis portretterer et realistisk bilde. Det blir derimot understreket at det er store variasjoner mellom de ulike aktørgruppene i næringen. Den høyeste verdiskapningen per ansatt finnes i gruppen Utleie av eiendom og Eiendomsutvikling – de mest kapitalintensive delene av næringen. Det arbeidsintensive næringssegmentet har den laveste verdiskapningen per ansatt, og rapporten bekrefter således at utførende bygg- og anleggsvirksomhet fortsatt har et urealisert potensial for produktivetsøkning.

Tabell 8: Utvikling i BAE-næringen i tidsrommet 2003-2013 (etter Espelien et. al, 2015)

Økt verdiskapning	132%
Økt sysselsetting	43%
Økt verdiskapning per sysselsatt	62%

Tabell 9: Ulike definisjoner av BAE-næringen

Næringsgruppering etter europeisk standard	SSB	Espelian, Theie & Bygballe
NACE41	Oppføring av bygninger	
NACE42	Anleggsvirksomhet	Utførende bygg- og anleggsvirksomhet
NACE43	Spesialisert bygge- og anleggsvirksomhet	
		Utleie av maskiner og utstyr
		Arkitekter
		Eiendomsutvikling
		Omsetning og drift av fast eiendom
		Rådgivere
		Produksjon av varer til byggenæringen
		Handel
		Utleie av eiendom

Til tross for at det råder usikkerhet og uenighet rundt grunnlaget til produktivetsberegningene, går masteroppgaven heretter ut fra at det finnes et betydelig forbedringspotensial for de utførende aktørene hva angår produktivitet. Antakelsen gir grunn til å stille følgende spørsmål: (i) Fremstiller produktivetsmålingene et realistisk bilde av sannheten? Hva kan forklare den negative produktivitetstrenden? og (ii) Hva kan gjøres for å snu trenden? Kan nyere gjennomføringsmodeller øke produktivetsnivået?

- i. *Fremstiller produktivetsmålingene et realistisk bilde av sannheten? Hva kan forklare den negative produktivitetstrenden?*

Det verken foreligger eller forsøkes å finne noe grunnlag for å totalt forkaste produktivetsmålingene utført av SSB. Det er likevel ønskelig å belyse hvilke svakheter tilnærmingen har, samt aktuelle forhold som kan ha bidratt til å overdrive den negative produktivitetstrenden.

Den første svakheten som nevnes ved nasjonalregnskapet er at produktivetsberegningene kun baserer seg på timeverk til ansatte og selvstendig næringsdrivende. Timeverk produsert av innleid arbeidskraft inngår ikke i produktivetsberegningene, og vil slik være en mulig feilkilde (Produktivetskommissjonen, 2015).

En annen svakhet er byggenæringens komplekse natur (Langlo et al., 2013). Mye av produksjonen foregår i andre bransjer, som i henhold til SSBs definisjon av BAE-næringen (jf. tabell 9) vil falle utenfor produktivetsberegningene. Et eksempel er prefabrikasjon av bygningselementer. Fabrikproduksjon av varer til byggenæringen anses i dag som industri, og bidrar følgelig til en annen produktivetsstatistikk enn bygg og anlegg. Intervjurunden gir grunn til å tro at prefabrikkerte bygningselementer kan ha en økende betydning fremover. Flere påpeker nemlig at byggeplassene i dag består av mer og mer montering – og mindre og mindre egenproduksjon. Utelukkelsen av prefabrikkerte elementer kan slik føre til en overdrevent lav produktivetsstatistikk.

Et annet poeng som kan ha påvirket produktivetsberegningene er antallet kontrakter byggearbeider tradisjonelt inndeles i - både horisontalt og vertikalt. Lædre (2006) påpeker at jo flere kontrakter byggeprosjekter deles opp i, jo større blir grensesnittet og koordineringsansvaret til byggherren. Lange kontraktkjeder gjør det vanskelig å ha oversikt og kontroll over underentreprenørene. Dette er også et poeng regjeringen har lagt til merke, som nå åpner for kjedebegrensning i bygg- og anleggsbransjen for å motvirke arbeidslivskriminalitet. (Ødegård, 2015) Svart arbeid kan ses på som en feilkilde i byggebransjens produktivetsberegninger da dette ikke registreres. Produktivitetskommissjonen (2015) skriver at undersøkelser gjennomført at SSB tyder på at rundt 40% av totalt antall svarte arbeidstimer i norsk økonomi er i bygge- og anleggsnæringen. Dette gir grunn til å tro at det foreligger store mørketall som kan ha overdrevet den negative produktivitetstrenden.

Et par store aktører som Veidekke, Statsbygg, Statens Vegvesen og Jernbaneverket har innført en maksgrænse på to ledd underentreprenører, men det finnes foreløpig ingen lovfestet regulering rundt dette. Fafo presenterte i 2014 en forskningsrapport som viser at det store flertallet av aktørene i byggebransjen er positive til en regulering av tillatt antall underentreprenører (Eldring & Andersen, 2014). LO er en annen forkjemper for kjedebegrensninger, og ønsker en bred offentlig utredning i løpet av året 2015 (Børrud, 2014).

Langvarige arbeidsinnvandring fra Østblokk-land kan også delvis forklare lave arbeidsproduktivitetstall kalkulert av SSB. De fleste prosjektledere i dag er mer opptatt av kostnader og lønnsomhet enn begreper som "arbeidsproduktivitet" og "timeverksproduktivitet" (jf. tabell 17, vedlegg Q). I en bransje hvor kvalifisert arbeidskraft i dag er en mangelvare⁵¹, er det derfor mange som velger å benytte seg av billig og tilgjengelig arbeidskraft på tross av språkproblemer og opplæringsbehov. Resultatet er at byggeprosjektets totale timeantall øker og, følgelig, arbeidsproduktiviteten faller. Økonomisk sett kan den innleide arbeidskraften gi god kostnadseffekt, noe som umiddelbart kan virke mer attraktivt enn økt arbeidsproduktivitet (Langlo et al., 2013).

Intervjurunden avdekker uoverensstemmelse innad i bransjen rundt hvilken påvirkning utenlandsk arbeidskraft har hatt på produktivetsmålingene. Noen prosjektledere og baser ser på arbeidskraften som en kilde til frustrasjon og forsinkelser, mens andre verdsetter innvandreernes innsats arbeidsmoral. Observasjonen anses som pålitelig da uoverensstemmelsen også vises til i BNLs årlige medlemsundersøkelse, "Byggenæringens fremtidsbarometer 2015". Her svarte 35% av 1000 respondenter at konkurransen fra utlandet har ført til *mer* fokus på kvalitet og produktivitet, mens 10% svarer *mindre* fokus på kvalitet og produktivitet.

I tråd med argumentene ovenfor er det grunn til å stille spørsmål om hvorvidt den negative arbeidsproduktiviteten og totalfaktorvekstproduktiviteten som vises til i nasjonalregnskapet viser et realistisk eller overdrevent bilde. Det kan derfor konkluderes med at byggebransjen har behov for å utvikle systematiske, korrekte måleindikatorer for å måle produktivetsutviklingen i byggenæringen.

⁵¹ Under BNLs årlige medlemsundersøkelse svarer 40% at de ikke får tak i den kvalifiserte arbeidskraften de ønsker.

ii. *Hva kan gjøres for å snu trenden? Kan nyere gjennomføringsmodeller alene øke produktivetsnivået?*

Behovet for gode måleindikatorer bør ikke bare tilfredsstilles på basis av å gjøre produktivetsmålinger på bransjenivå enklere alene. Da forskningsrapporter viser til store produktivetsforskjeller fra aktør til aktør og fra prosjekt til prosjekt, kan man argumentere for at målesystemet også bør etableres slik at bedriftene selv får tilgang til egne produktivetsstall. Produktivitet bør med andre ord ikke bare måles på bransjenivå, men også på prosjekt- og prosessnivå.

En mulig løsning som oppfyller begge disse kriteriene trekkes fram i problemnotatet "Måling av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen", utarbeidet i regi av SINTEF. Rapporten omtaler et amerikansk prestasjonsmålingsinitiativ navngitt Construction Industry Institute, heretter CII, som lar BAE-bedrifter selv mate inn data om egne byggeprosjekter via et nettbasert spørreskjema. Dataene lagres så i en konfidensiell database, og medlemmene som bidrar med data får tilgang til å sammenlikne egen ytelse med øvrige aktører i bransjen. Systemet fokuserer på forbedringspotensial for hvert enkelt prosjekt, mens SSB fokuserer på å gi et mer overordnet bilde av næringen sammenliknet med øvrige bransjer i landet (Langlo et al., 2013). En slik prestasjonsmåling kan trolig ha en positiv påvirkning på produktivetsnivået over lengre tid, da databasen (i) gir et klart grunnlag over *hvor* hver enkelt bedrift har forbedringspotensial, og (ii) virker motiverende på bedriftene da de vet de blir evaluerte mot andre.

Et annet element som kan snu produktivitetstrenden er dårligere tider. Poenget påpekes av den eldste og mest erfarne prosjektlederen som ble intervjuet, som mener produktivetsnivået alltid vil synke i oppgangstider. Når antallet arbeidsordre er på grensen til å overstige det næringen greier å betjene, gis selv bedrifter uten erfaring store og krevende oppgaver. Arbeidsgiverne sikrer seg byggeprosjekter og inntekter for flere år fremover, og fokuset på økt produktivitet faller vekk. Dårligere tider⁵² kan følgelig ha en negativ effekt på lønnsomheten i bedriftene, noe som igjen kan igjen føre til et nyvunnet fokus på høy ressursutnyttelse og god produktivitet (Produktivetskommissjonen, 2015).

Økt internasjonal konkurranse kan også bli en faktor som spiller mer og mer inn på produktivetsutviklingen. Den store økningen i antallet internasjonale anleggsentreprenører over de siste årene gir grunn til å tro at også den bygningsproduserende delen av næringen vil se en økt tilstedeværelse av utenlandsk konkurranse. I tillegg gjør dagens anbudssystem hvor billigste anbud alltid vinner det relativt lett for internasjonale aktører å få innpass på det norske markedet. Byggebransjen har de siste 15-20 årene opplevd et jevnt og sterkt etterspørselspress, og arbeidsgiverne har således hatt svakere insentiv for å effektivisere drift og endre valg av gjennomføringsmodell. Hvis "hjemmemarkedet" i byggebransjen blir utfordret av internasjonale aktører, kan norske bedrifter bli tvunget til å øke egen produktivitet i håp om å ha et konkurransefortrinn.

⁵² Byggenæringens fremtidsbarometer rapporterer om en økning i antallet bedrifter som forventer dårlige økonomi fremover. I november 2013 ble det solgt 39% færre nye boliger og 61% færre nye leiligheter enn i november 2012. Igangsetting av nye boliger sank med 43% (Heyerdahl et al., 2014).

Økt arbeidstid i form av lange arbeidsøkter og overtid kan også påvirke produktiviteten. Lie et. al (2014) påpeker at ved fysisk krevende arbeid som behøver stor konsentrasjon, noe man har mye av på byggeplasser, er det klart produktivetsfremmende å ha faste grenser for arbeidstiden. Moland (2013) påpeker at arbeidstiden heller ikke kan være for kort, da det kan føre til oppstykkede arbeidsoppgaver, lav effektivitet og dårlig kvalitet på sluttproduktet. Produktivitet kan med andre ord ikke ses på som noe annet enn en hårfin balansegang – hvor pålitelige fremdriftsplaner er eneste måte en kan kontrollere varigheten av arbeidsøktene til de utførende. Under antakelsen at nyere gjennomføringsmodeller produserer bedre fremdriftsplaner, kan det følgelig dokumenteres for at samspillmodellene kan ha en positiv påvirkning på produktiviteten i bransjen.

Bygg- og anleggsnæringen har lenge vært preget av lav investering i forskning og utvikling. Det offentlige tilskuddet til FoU gjennom Forskningsrådet er årlig på rundt 150-200 millioner – mindre enn en halv promille av omsetningen i næringen. Også egenfinansiert FoU er relativt lav, og ligger på rundt 75-100 millioner. I litteratursøket er det en gjengse oppfatning at investeringer i FoU forventes å ha en positiv effekt på verdiskapningen i bransjen. Da produktivitet kan beregnes som verdiskapning per sysselsatt kan økt verdiskapning resultere i økt produktivitet, forutsatt at ressursinnsatsen ikke øker tilsvarende (NBEF, 2012). Ifølge Espelien & Reve investerer svært få BAE-bedrifter konsekvent i FoU. En spørreundersøkelse gjennomført av overnevnte i 2007 anslår den gjennomsnittlige investeringsprosenten av årlig driftsinntekt til FoU til 2,5%. Samme undersøkelse understreker at hele 39,4% av de responderende bedriftene oppgir 0%. For å øke produktivitetstrenden på lang sikt burde byggebransjen følgelig vurdere å allokere mer midler til FoU.

EBA og NBEF mener en annen måte å oppnå økt innovasjon er innføringen av nyere gjennomføringsmodeller. Samspill under prosjekteringsarbeidet danner en arena for diskusjon og kunnskapsutvikling, og gjennomføringsmodellene kan slik fremme innovasjon uten at bedriftene nødvendigvis trenger å øremerke mer midler til FoU.

Både strategirapporten fra Bygg21 og den intervjuede byggherren argumenterer for økt bruk av bransjenormer, standardisering og standard byggeprodukter i produksjons- og byggeprosesser for å øke produktivetsnivået. På den annen side kan det argumenteres for at slike standardløsninger hemmer innovasjonen og, i tråd med argumentasjon på forrige side, hemmer produktivetsnivået på lang sikt.

Espelien & Reve poengterer at nye verktøy krever nye måter å arbeide på for å utnyttes til sitt fulle potensial. Produktivitetskommissjonen konkluderer i likhet med overnevnte, at fastslår at de største gevinstene oppnås når arbeidsmetodene formes etter verktøyet, og ikke når verktøyet tvinges inn i gamle arbeidsprosesser. Som eksempel kan man trekke frem bruken av BIM, som i teorien skal kunne effektivisere byggeprosessen i betydelig grad⁵³ (jf. vedlegg P, side 106). I tråd med argumentasjonen ovenfor oppnår man høyest nytteverdi hvis det implementeres nye arbeidsmetoder hånd i hånd med implementeringen av BIM. Et eksempel på en slik metode vil være gjennomføringsmodellen VDC, som forsøker å optimalisere bruken av IT i både prosjekterings- og utførelsesfasen (jf. avsnitt 6.3).

⁵³ Eksempelvis skal bruk av BIM gjøre kontroll av tekniske krav enklere. Krav i henhold til TEK10 legges inn i BIM-modellen, som gis beskjed om å varsle dersom noen av kravene ikke oppfylles.

Et annet punkt oppdragsgivere burde vurdere for å øke produktivetsnivået i bransjen er å stille andre kvalifikasjonskrav enn økonomi til entreprenørene under kontraheringen. FOA fastslår i §17-4, første ledd at *oppdragsgiver kan stille minimumskrav til leverandørene, herunder til deres tekniske kvalifikasjoner og finansielle og økonomiske stilling*. Å sette krav til entreprenørens finansielle og økonomiske stilling vil gagne byggeprosjektet, da en finansielt stabil leverandør ikke presenterer en like stor risiko som en ustabil leverandør. Det blir mindre sannsynlig at leverandøren kommer til å havne i økonomisk knipe, mindre sannsynlighet for at leverandøren går konkurs, og mindre sannsynlig å måtte avvike fra fremdriftsplanen som et resultat.

Andersen & Skinnarland (2008) argumenterer for at eneste måten å snu produktivitetstrenden på er å fokusere på produktivitet som et koordineringsproblem, og ikke et intensitetsproblem. Argumentet taler for at nyere gjennomføringsmodeller kan føre til økt produktivitet, da intervjurunden av oppgaven og det litterære søket viser til bedre koordinering som et resultat av samspill under prosjekteringsarbeidet.

Tidligere forskning på andre næringer gir også grunn til å tro at langvarig samarbeid og koordinasjon mellom byggeprosjektets aktører i prosjekteringsfasen er gunstig når det gjelder produktivitet (Bygballe, 2010). Et siste poeng for å snu produktivitetstrenden blir derfor å tenke mer langsiktig med valget av samarbeidspartnere. Under intervjurunden ble evnen til å klart uttrykke hva de utførende faktisk trenger fra de prosjekterende ble nevnt av flere som en forklaring på høy ventetid på byggeplassene. Med samarbeidspartnere man har jobbet med før kjenner man hverandres styrker og svakheter, og samtlige parter er ekstra oppmerksomme på planleggingen av det som ble fallgruvene forrige prosjekt. Man motvirker bransjens fragmenterte og oppstykkede natur, og kan etablere faste rutiner på kunnskapsoverføring fra prosjekt til prosjekt.

7.3.5 Engangsnatur i byggebransjen – en hindring for langsiktig produktivetsøkning?

Det er ikke bare kontrakter i byggebransjen som i dag har en engangsnatur rundt seg. Også byggeprosjekter i seg selv har dette kjennetegnet, da man aldri vil finne prosjekter som er helt identiske (jf. kapittel 3.1). Ulike fremdriftsplaner må legges for hvert enkelt bygg som skal oppføres, og selv om modifikasjonene på planene ikke alltid er like store kan man ikke drive gjenbruk av samme plan fra prosjekt til prosjekt. Både den teoretiske forundersøkelsen og samtlige av de gjennomførte intervjuene har bekreftet en av antakelsene oppgaven har basert seg på; rundt fremdriftsplanlegging i norsk byggebransje i dag er det et stort forbedringspotensial. Dette er det ikke noe spørsmål om, og det virker som en allmenn akseptert sannhet i bransjen. Fremdriftsplanlegging i byggebransjen må forbedres for å få mer effektive byggeplasser, men planlegging er bare én av mange brikker i et stort og komplekst puslespill. Byggeprosjekters engangsnatur tvinger hele tiden bransjens fokus mot planlegging og organisering av tids-og ressursbruk, involverte aktører og logistikk på én enkelt byggeplass og ett enkelt prosjekt av gangen. Man kan argumentere for at for å på lang sikt snu den negative produktivetsutviklingen må bransjen tenke langsiktig. Ingirige og Sexton påpeker poenget allerede i 2006, hvor de skriver at det "unormalt smale fokuset på prosjekter alene begrenser bedrifters mulighet til å oppnå et betydelig konkurransefortrinn".

Også under de gjennomførte intervjuene ved spørsmål om hva som skal til for å øke produktiviteten i bransjen er samtlige av svarene rettet mot et byggeprosjekt av gangen. Bransjen har større fokus på enkle, kortsiktige tidsreduksjoner, eksempelvis for pågående prosjekter, heller en strategiske grep for å sikre en langsiktig ressurs- og kostnadsreduksjon. Funnet støttes av Beach et. al., (2005), som også setter spørsmålsteget ved hvorvidt en bransje som karakteriseres av engangs-kontrakter og kortsiktig vinning i det hele tatt er kapabel til å fullverdig omfavne konsepter basert på langsiktig samarbeid og gjensidig tillit.

Det store flertallet av intervjuobjektene som har erfaring med tett samarbeid om prosjekteringsarbeidet forteller om uregelmessige engangssamarbeid med forskjellige underentreprenører fra prosjekt til prosjekt. Noen mener selv at det hadde vært ønskelig å gjenta samarbeidet med de underentreprenørene som leverer godt, for å slippe å gjennomgå det de refererer til som "læringsprosessen" i hvert byggeprosjekt. Tendensen til engangssamarbeid i byggebransjen pekes også på av Brown et al. (2001) og Bygballe et al. (2010). For å få til fornying, forenkling, forbedring og produktivitetsøkning i byggenæringen, trengs det godt, langsiktig samarbeid innad i næringen – noe man ikke ser spor av i dag (Bygg21, 2012).

Gadde og Dubois (2010) peker på andre grunner til byggebransjens prosjektfokus. For det første oppleves langsiktige samarbeidsavtaler som går gjennom flere prosjekter som mer risikofylte enn de tradisjonelle anbudskonkurransene, hvor man har flere alternative leverandører å velge mellom. For det andre er det heller ikke ønskelig å alltid anvende samme entreprenørs tekniske løsninger på hvert eneste prosjekt, da man aldri kan være sikker på at dette er den beste tilnærmingen. Det siste argumentet er interessant, da det motstrider en av tankene bak de nyere gjennomføringsmodellene; at man over tid gjør hverandre gode og slik oppnår det beste sluttresultatet. Hvorvidt oppdragsgivere finner de beste tekniske løsningene ved å variere mellom forskjellige leverandører eller inngå i et langsiktig samarbeid med et fåtall er vanskelig å uttale seg om, og spørsmålet kunne sikkert vært en interessant problemstilling for en annen masteroppgave.

Håkansson et al. (2009) understreker viktigheten med byggeaktørenes aksept av *gjensidig avhengighet* for å lykkes med de nye gjennomføringsmodellene. Han argumenterer for at økt produktivitet og innovasjon bare kan oppnås ved at involverte aktører tilpasser seg hverandre – og slik oppretter en felles prosjektkultur og tillit. Wong og Cheung (2004) trekker frem mangel på tillit som den største forklarende faktoren bak lav produktivitet i bransjen. Tillit bygges som kjent best over tid – noe samspillmodeller kan legge forholdene til rette for.

7.4 ARBEIDET SOM ER GJORT

7.4.1 Styrker og svakheter med tilnærmingen

Gjennom arbeidet med masteroppgaven kan kombinasjonen av en teoretisk undersøkelse, kvalitative intervju og casestudie sies å ha fungert bra. Av datainnsamlingsmetodene har den gjennomførte intervjurunden blitt vektlagt i størst grad, ettersom direkte kontakt med byggebransjen blir ansett som den mest effektive metoden å skaffe seg relevant og oppdatert informasjon på. Den teoretiske undersøkelsen har fungert som utfyllende informasjon rundt poeng og argumenter fremhevet under intervjurunden, og casestudiet ble benyttet for å belyse arbeidsmetoder man enda ikke har utbredt erfaring med i Norge.

I ettertid anses det som en god avgjørelse å benytte halvstrukturerte intervjuer ovenfor strukturerte, da de mest interessante innslagene ofte kom frem når intervjuene gikk over i løs samtaleform heller enn rigid utspørring.

Tilnærmingen til oppgaven har også hatt nevneverdige svakheter. Halvstrukturerte intervju viste seg raskt å være en svært tidkrevende forskningsmetode. Selv om de faktiske intervjuene bare varte mellom 1-2 timer krevdes det mye forarbeid og mye databearbeidelse i ettertid. Da intervjuene ble foretrukket gjennomført ansikt-til-ansikt gikk det også vekk mye tid i reising. Ved valg av andre forskningsmetoder, eksempelvis spørreundersøkelser, kunne denne tiden blitt utnyttet bedre.

En annen svakhet med tilnærmingen er det relativt lave antallet intervjuer som har blitt gjennomført. Selv om intervjuobjektene ble utvalgt med omhu for å representere alle aktører i et byggeprosjekt, har tidsbegrensningen ved masteroppgaven påvirket hvor mange intervjuer som var mulig å gjennomføre.

Det er også et poeng at samtlige av intervjuobjektene har tilhørighet i Rogaland. Her kan det stilles spørsmål om hvorvidt de ytrede meningene er representative for en landsdekkende byggebransje – eller om det finnes regionale forskjeller oppgaven ikke har tatt hensyn til. Det kan på samme måte stilles spørsmål om hvorvidt meningene ytret av enkeltpersoner er representative for bedriftene de er ansatt i.

7.4.2 Forslag til videre arbeid

Som en avsluttende del av diskusjonskapittelet fremmer masteroppgaven følgende forslag til videre arbeid:

- Først og fremst foreslås det videre studier rundt hvilke besparelser som kan oppnås ved bruk av nyere gjennomføringsmodeller, om noen i det hele tatt. Til forfatterens kjennskap finnes det lite empirisk forskning vedrørende den økonomiske gevinsten av implementering av samspillmodeller. Det kan argumenteres for at arbeidsmetodikkene aldri vil få skikkelig fotfeste i byggebransjen før modellene kan vise til betydelige besparelser. En slik studie anses derfor som hensiktsmessig, og kan ytterligere belyse oppgavens problemstilling.
- Det foreslås også videre arbeid rundt utviklingen av gode, lettfattelige måleindikatorer for produktivitet. Produktivitet bør ikke bare måles på bransjenivå, men også bedrift-, prosess- og prosjektnivå. Målingene vil slik ha større nytteverdi for

byggebransjen da det blir enklere å lokalisere hvor de største forbedringspotensialene foreligger.

- I tråd med anbefalingen ovenfor oppfordres det også til videre studier av statistikkbanken CII (jf. avsnitt 7.3.4ii). Formålet burde være å både undersøke BAE-næringens interesse av en slik ordning, samt muligheten for å starte noe tilsvarende i Norge.
- Ett av intervjuobjektene som startet sin karriere i Oslo påpeker at det herjer en snillisme i byggebransjen i Rogaland. Det oppfordres følgelig til å fortsette forskningen rundt problemstillingen over et lengre tidsperspektiv og et større geografisk område. Dette vil øke forskningens reliabilitet da antallet gjennomførte intervjuer øker og eventuelle regionale forskjeller avdekkes.
- Det foreslås studier av administrasjonskostnadene oppdragsgivere pådrar seg ved å holde åpne anbudskonkurranser med pris som tildelingskriteria. Dette vil kunne belyse problemstillingen da det avdekker hvorvidt oppdragsgivers besparelse ved kontrahering av billigste leverandør overskrider/underskrider saksbehandlingskostnadene. En eventuell overskridelse kan tyde på at langsiktig samarbeid er lønnsomt både for oppdragsgiver og leverandør.
- Hva angår planlegging i 4D spesifikt foreslås det videre studier av selskaper med lang erfaring med verktøyet. Studiene bør kartlegge hvilke fordeler og ulemper implementeringen har medført, samt diskutere lærdommer som kan overføres til norsk byggebransje.
- Til slutt oppfordres det til forskningsarbeid rundt konsekvenser av langvarige partneringavtaler mellom flere aktører (såkalt "multi-partnering"). Forskningen bør sentreres rundt utviklingen av samarbeidet partene imellom, samt effekten som oppnås (eksempelvis produktivetsforbedringer, økonomisk gevinst og økt kvalitet på sluttproduktet).

KAPITTEL 8 | Konklusjon

Det har ikke lyktes forfatteren å finne noe unisont svar på hvilke gjennomføringsmodeller som best legger forholdene til rette for effektiv fremdriftsplanlegging. Dette synes å være avhengig av byggeprosjektets størrelse og kompleksitet. Nyere gjennomføringsmodeller virker mest effektivt i store og mellomstore prosjekter hvor mange aktører er innblandet og det er relativt stor usikkerhet rundt organiseringen av byggeprosessen. Tradisjonelle gjennomføringsmodeller virker følgelig å være mest effektivt for prosjekter av mindre størrelse og med få involverte aktører. Disse byggeprosjektene har gjerne svært lik karakter som tidligere arbeid, og anses som "rutine".

Det har heller ikke lyktes forfatteren å finne et konkret svar på hvorvidt bruk av nyere gjennomføringsmodeller vil resultere i økt produktivitet i byggebransjen. Dette kan delvis forklares med at modellene enda ikke har fått skikkelig fotfeste i næringen. Intervjuobjektene positive holdning og de lovende erfaringene enkelte viser til gir dog god grunn til å *anta* at økt produktivitet kan oppnås ved samspillmodeller.

Det har vært et gjennomgående poeng i diskusjonskapittelet at byggenæringen trenger bedre ytelsesindikatorer og et systematisk rammeverk for prestasjonsmålinger. Produktivitet bør i fremtiden ikke bare måles på bransjenivå, men også på produkt- og prosessnivå. Det konkluderes følgelig med at begrepet "produktivitet" i byggenæringen foreløpig ikke forstås eller måles godt nok til å verken bekrefte eller avkrefte oppgavens problemstilling.

Per i dag viser byggebransjen tegn til å være i en vedvarende "lock-in situasjon" hvor forbedringsarbeidet går treigt og aktørene tviholder på tradisjonelle arbeidsmetoder og gjennomføringsmodeller. Den største utfordringen for implementeringen av samspillmodeller synes å være det psykologiske aspektet endringsmotvilje. Det argumenteres derfor for at det trengs det en omfattende og samlet innsats fra alle byggebransjens aktører for å snu produktivitetstrenden. Byggenæringen selv, private byggherrer og offentlige myndigheter må sammen forsøke å skape en bransjekultur for tillitsbasert ovenfor konfliktbasert samarbeid.

Det bør i fremtiden bli en klarere sammenheng mellom byggeprosjektets omfang og kompleksitet med avsatt tid til prosjekteringsarbeid og fremdriftsplanlegging. Stramme tidsrammer og for lite ressurser avsatt til prosjektering øker sannsynligheten for avvik fra fremdriftsplanen under utførelsesfasen og lavere kvalitet på sluttproduktet. Det bør også vurderes andre kontraktstyper og økt bruk av insentiver.

For å sikre god fremdrift og produktivitet uansett valg av gjennomføringsmodell bør byggherrer stille strengere kvalifiserings- og kontraktstildelingskriterier. Anbudssystemet hvor pris er eneste tildelingskriterium bør erstattes med anbudskonkurranser hvor (eksempelvis) fremdriftsevne, økonomi og kvalitet vektlegges i like stor grad som pris. Ved etableringen av produktivitetsmål på prosjekt- og prosessnivå kan også dette i fremtiden nyttes som overnevnte kriterier.

DEL 4 I REFERANSELISTE OG VEDLEGG

Referanseliste

- Andersen, E., Grude, K. & Haug, T., 2006. *Målrettet prosjektstyring*. 5th ed. Bekkestua: NKI Forlaget.
- Andersen, B. & Skinnarland, S., 2008. *Å løfte i flokk til rett tid: Akkordtariffen som lønns- og styringssystem i byggebransjen*. Debattheft. Oslo: Fellesforbundet Fafo.
- Arditi, D., Tokdemir, O.B. & Suh, K., 1998. Effect of learning on line-of-balance scheduling. *International Journal of Project Management*, 18 November. pp.266-77.
- Arge, K., 2000. *Samspill og konflikter i byggeprosessen*. Forprosjektrapport. SINTEF Byggeforsk.
- Arkitektbedriftene, 2010. *Arkitektfaglig yrkesbeskrivelse*. Utredning. Oslo: Arkitektbedriftene i Norge
- Autodesk, 2002. *Autodesk White Paper: Building Information Modeling*. [Online] Autodesk, Inc. Tilgjengelig ved: http://www.laiserin.com/features/bim/autodesk_bim.pdf [Besøkt 27 Mai 2015].
- Aydin, A., Oral, M. & Oral, E.L., 2011. Supervised vs. unsupervised learning for construction crew productivity prediction. *Automation in construction*, 24 Oktober. pp.271-76.
- Beach, R., Webster, R. & Campbell, K.M., 2005. An evaluation of partnership in the construction industry. *International Journal of Project Management Volume 23*, 25 Februar. pp.611-21.
- Bielefeld, B., 2009. *Construction Scheduling*. 1st ed. Basel, Switzerland: Birkhäuser Verlag AG.
- Bresnen, M. & Marshall, N., 2000. Building partnerships: case studies of client-contractor collaboration. *Construction Management and Economics, Volume 18*, pp.819-32.
- Brodtkorb, H.C., 2013. *Veileder om Samspillentreprise*. [Online] Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg Tilgjengelig ved: <http://www.ebanett.no/getfile.php/Filer/Samspillsentreprise%202013.pdf> [Besøkt 15 Mai 2015].
- Brown, D., Ashleigh, M., Riley, M. & Shaw, R., 2000. New Project Procurement Process. *Journal of Management in Engineering Volume 17*, 8 Juli. pp.192-201.
- buildingSMART, 2012. *Hva er BIM og åpenBIM*. [Online] Tilgjengelig ved: <http://www.buildingsmart.no/bs-norge> [Besøkt 23 Mai 2015].
- Bygballe, L., 2010. *Samarbeid og læring i byggenæringen - En casestudie av nye St. Olavs hospital i Trondheim*. Forskningsrapport. Oslo: Handelshøyskolen BI Handelshøyskolen BI. Forskningsrapport 2.
- Bygballe, L.E., Jahre, M. & Swärd, A., 2010. Partnering relationships in construction: A literature review. *Journal of Purchasing & Supply Management Volume 16*, Desember. pp.239-53.
- Bygg21, 2012. *Sammen bygger vi fremtiden: En strategi for en konkurransedyktig bygg- og eiendomsnæring*. Strategirapport. Oslo: DiBK DiBK.
- Byggefagrådet, 1986. *Veiledning i valg av entrepriseformer i byggesaker*. 1st ed. Oslo: Byggefagrådet.
- Byggherren i fokus, 2003. *Valg av anskaffelses- og kontraktsstrategi*. [Online]
- Børrud, A., 2014. *Lo vil ha færre underentreprenører*. [Online] Tilgjengelig ved: http://frifagbevegelse.no/arbeidsliv/lo_vil_ha_frre_underentreprenrer_297638.html [Besøkt 7 Juni 2015].
- Cain, C.T., 2004. *Profitable Partnering for Lean Construction*. 1st ed. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Cappelen, H., 2001. *Byggherren og kontraktene*. 1st ed. Drammen: Byggherreforlaget AS.
- Christensen, S. & Kreiner, K., 1999. *Prosjektledelse under usikkerhet*. 1st ed. Oslo: Universitetsforlaget.
- Cooke, B. & Williams, P., 2009. *Construction Planning, Programming and Control*. 3rd ed. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley-Blackwell.
- Dahlskog, C., 2008. *Partnering - fördelar och nackdelar*. [Online] Institutionen för teknik og naturvetenskap Tilgjengelig ved: <http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:636007/FULLTEXT01.pdf> [Besøkt 20 Mai 2015].
- Dalland, O., 2012. *Metode og oppgaveskriving for studenter*. 5th ed. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- DiBK, 2011. *Veiledning om byggesak § 9-3. Fastsettelse av tiltaksklasser*. [Online] Direktoratet for Byggkvalitet Tilgjengelig ved: dyp.dibk.no/dyp/content/byggesak/9/3.pdf [Besøkt 12. Mai 2015].

- Difi, 2015. *Anskaffelsesordbok*. [Online] Tilgjengelig ved: <http://www.anskaffelser.no/sites/anskaffelser/files/anskaffelsesordbok.pdf> [Besøkt 1 Juni 2015].
- Difi, 2015. *Rammeavtaler*. [Online] Tilgjengelig ved: http://www.anskaffelser.no/gjore_anskaffelser/anskaffelsesfaglige-temaer/rammeavtaler [Besøkt 5 Mai 2015].
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K., 2011. *BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. 2nd ed. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Eldring, L. & Andersen, R., 2014. *Kortere kjeder - mindre sosial dumping?* Utdannelsesrapport. Fafo.
- Elnan, H., Meland, Ø. & Robertsen, K., 2007. *Byggherren i fokus*. [Online] Norske boligbyggelands Landsforbund, Foreningen Næringseiendom, Norges Bygg og Eiendomsforening Tilgjengelig ved: <http://www.promsys.no/byggherren/pdf/beskrivelse.pdf> [Besøkt 10 Mars 2015].
- Eriksson, P.E., 2007. Procurement effects of competition in client-contractor relationships. *Journal of Construction Engineering and Management*, 9 Februar. pp.103-11.
- Espelien, A. & Grünfeld, L., 2010. *Byggenæringen i økonomiske nedgangstider*. [Online] Handelshøyskolen BI, Institutt for strategi og logistikk (1) Tilgjengelig ved: <https://www.bi.no/OsloFiles/Byggsenteret/Espelien%20og%20Grünfeld%20-%202004-10.pdf> [Besøkt 6 Mars 2015].
- Espelien, A. & Reve, T., 2007. *Hva skal vi leve av i fremtiden? En verdiskapende bygg-, anlegg- og eiendomsnæring*. Forskningsrapport. Oslo: Handelshøyskolen BI Handelshøyskolen BI.
- Espelien, A., Theie, M.G. & Bygballe, L., 2015. *En verdiskapende Bygg-, Anlegg- og Eiendomsnæring (BAE)*. Forskningsrapport 1. Oslo: Handelshøyskolen BI Handelshøyskolen BI.
- Fulford, R. & Standing, C., 2012. Construction industry productivity and the potential for collaborative practice. *International Journal of Project Management*, 10 August. pp.315-26.
- Gadde, L.-E. & Dubois, A., 2010. Partnering in the construction industry - Problems and opportunities. *Journal of Purchasing and Supply Management Volume 16*, Desember. pp.254-63.
- Gallois, C. & Callan, V., 1997. *Communication and culture: A Guide for Practice*. 1st ed. Hoboken, New Jersey, USA: Wiley Publishing.
- George, A. & Bennett, A., 2005. *Case Studies and Theory Development*. 1st ed. Cambridge, Massachusetts, USA: MIT Press.
- Gisvold, M., 2015. *Tre av fire byggeprosjekter er forsinket*. [Online] Tilgjengelig ved: <http://www.tu.no/bygg/2015/04/15/tre-av-fire-byggeprosjekter-forsinket> [Besøkt 23 Mai 2015].
- Gjestland, M., 2003. *Programmering: definering og beskrivelse av byggeprosjekter*. 2nd ed. Trondheim: NTNU.
- Globerson, S., 1994. Impact of various work-breakdown structures on project conceptualization. *International Journal of Project Management*, August. pp.165-71.
- Goldeng, E. & Bygballe, L., 2013. *Bygg-, anlegg- og eiendomsnæringens betydning for Norge - oppdatering 2013*. Forskningsrapport. Oslo: Handelshøyskolen BI Institutt for strategi og logistikk.
- Gong, J. & Caldas, C.H., 2011. An object recognition, tracking, and contextual reasoning-based video interpretation method for rapid productivity analysis of construction operations. *Automation in Construction*, 9 Mai. pp.1211-26.
- Gottschalk, P. & Karlsen, J.T., 2008. *Prosjektledelse - fra initiering til gevinstrealisering*. 2nd ed. Oslo: Universitetsforlaget.
- Gottschalk, P. & Solli-Sæther, H., 2008. Myter og realiteter om outsourcing. *Magma - tidsskrift for økonomi og ledelse*, May.
- Gu, N. & London, K., 2010. Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. *Automation in Construction*, 24 January. pp.988-99.
- Gunnesdal, L., 2014. *En produktiv kommisjon?* [Online] Manifest Analyse Tilgjengelig ved: <http://www.manifesttidsskrift.no/en-produktiv-kommisjon/> [Besøkt 10 Mars 2015].
- Hagstrøm, V., 1997. *Entrepriserett: Utvalgte emner*. 1st ed. Oslo: Vindern Forlag.
- Halleraker, S., 2014. *Fremdriftsplanlegging i bygge- og anleggsproduksjon*. Kompendium. Trondheim: NTNU Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Kompendium for TBA4130 Produksjonsteknikk

- Hardin, B., 2009. *BIM and Construction Management: Proven tools, methods and workflows*. 1st ed. Indianapolis, Indiana, USA: Wiley Publishing.
- Harrison, F. & Lock, D., 2004. *Advanced Project Management - A structured approach*. 2nd ed. Burlington: Gower Publishing Limited.
- Havnes, P.-A., Robertsen, K. & Meland, Ø.H., 2009. *Riktig første gangen*. Utredningsrapport.
- Heyerdahl, S., Sandvik, S. & Sættum, J., 2014. *Nedtur i byggebransjen rammer økonomien*. [Online] Tilgjengelig ved: <http://www.nrk.no/okonomi/slik-rammer-fallet-i-byggebransjen-1.11450736> [Besøkt 8 Juni 2015].
- Hinze, J.W., 2012. *Construction Planning and Scheduling*. 4th ed. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Hjardemaal, F., Kleven, T.A. & Tveit, K., 2002. *Innføring i pedagogisk forskningsmetode: En hjelp til kritisk tolkning og vurdering*. 1st ed. Oslo: Unipub forlag.
- Holzer, D., 2007. *Are you talking to me? Why BIM alone is not the answer*. [Online] Association of Architecture Schools in Australasia Tilgjengelig ved: <http://epress.lib.uts.edu.au/ocs/index.php/AASA/2007/paper/view/48> [Besøkt 19 Februar 2015].
- Hovland, J., 2006. *Når staten svikter som byggherre*. [Online] Tilgjengelig ved: <http://www.arkitektnytt.no/nar-staten-svikter-som-byggherre> [Besøkt 17 Mars 2015].
- Håkansson, H. et al., 2009. Business in networks. *Journal of Business-to-Business Marketing Volume 17*, pp.308-16.
- Ingirige, B. & Sexton, M., 2008. Alliances in construction: Investigation initiatives and barriers for long-term collaboration. *Engineering Construction & Architectural Management Volume 13*, Juni. pp.521-35.
- Ingvaldsen, T., 2008. *Byggskadeomfanget i Norge (2006): En vurdering basert på et tidligere arbeid og nye data*. Prosjektrapport 17. Oslo: SINTEF Byggforsk.
- Jackson, B.J., 2010. *Construction Management JumpStart: The Best First Step Toward a Career in Construction Management*. 2nd ed. Indianapolis, Indiana, USA: Wiley Publishing.
- Jørgensen, B. & Emmit, S., 2008. Lost in Transition: The Transfer of Lean Manufacturing to Construction Engineering. *Construction and Architectural Management Volume 15*, pp.383-98.
- Keats, D.M., 2000. *Interviewing: A practical guide for students and professors*. 1st ed. Buckingham, Philadelphia, USA: Open University Press.
- Kiefer, T., 2005. Feeling bad: Antecedents and consequences of negative emotions in ongoing change. *Journal of Organizational Behaviour Volume 26*, 2005 November. pp.875-97.
- Kim, D. & Park, H.-S., 2006. Innovative Construction Management Method: Assessment of lean Construction Implementation. *Journal of Civil engineering Volume 10*, 11 Januar. pp.381-88.
- Kolltveit, B.J. & Grønhaug, K., 2004. The importance of the early phase: the case of construction and building projects. *International Journal of Project Management*, 2 Mars. pp.545-51.
- Kolltveit, B., Lereim, J. & Reve, T., 2009. *Prosjekt - strategi, organisering, ledelse og gjennomføring*. 3rd ed. Oslo, : Universitetsforlaget.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2011-2012. *Gode bygg for et bedre samfunn*. Stortingsmelding 28. Kommunal- og moderniseringsdepartementet.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2011-2012. *Gode bygg for et bedre samfunn*. [Online] Tilgjengelig ved: <https://www.regjeringen.no/nb/dokumenter/meld-st-28-20112012/id685179/> [Besøkt 25 Mai 2015].
- KPMG, 2015. *Climbing the curve: 2015 Global Construction Project Owner's Survey*. Forskningsrapport. KPMG International.
- Kunz, J. & Fischer, M., 2004. *The Scope and Role of Information Technology in Construction*. Teknisk rapport. Stanford: Stanford University CIFE.
- Kunz, J. & Fischer, M., 2009. *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions*. Arbeidsrapport. Stanford: Stanford University CIFE.
- Kverme, B.S., 2011. *Entreprisekontrakter - hovedtyper*. [Online] Tilgjengelig ved: <http://www.forbrukerentreprise.no/forbrukerentrepriser/entreprisekontrakter-hovedtyper/> [Besøkt 19 Mars 2015]. Byggeregler mellom næringsdrivende og forbrukere.
- Langlo, J.A. et al., 2013. *Problemnotat: Målingen av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen*. [Online] SINTEF Tilgjengelig ved: <http://www.dibk.no/globalassets/bygg21/problemnotat---produktivitetsmaling-i-byggenaringen.pdf> [Besøkt 4 Mars 2015].

- Larsen, E., 1995. Project Partnering: Results of Study of 280 Construction Projects. *Journal of Management in Engineering* Volum 11, Mars/April. pp.30-35.
- Lædre, O., 2006. *Valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekt*. Doktoravhandling. Trondheim: NTNU Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Lean Construction Institute, 2015. *A conceptual history of LCI - plus some thoughts on the rationale and history of "lean construction"*. [Online] Tilgjengelig ved: <http://leanconstruction.org/about-us/history/> [Besøkt 22 Mai 2015].
- Lie, J.-A.S. et al., 2014. *Arbeidstid og helse. Oppdatering av en systematisk litteraturstudie*. Oslo: STAMI-rapport nr. 1 Statens arbeidsmiljøinstitutt.
- Linstad, E.H., 2008. *Hvor produktivt er norsk næringsliv?* [Online] Statistisk sentralbyrå Tilgjengelig ved: https://www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/sa_98/sa_98.pdf [Besøkt 26 Mars 2015].
- Manley, T.R., Shaw, W. & Manley, R., 2007. Project partnering: A medium for private and public sector collaboration. *Engineering Management Journal* Volume 19, pp.3-11.
- Marhani, M.A., Jaapar, A., Bari, N.A.A. & Zawawi, M., 2013. Sustainability through Lean Construction Approach: A literature review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 6 April. pp.90-99.
- Marshall, N. & Bresnen, M., 2000. Partnering in construction: a critical review of issues, problems and dilemmas. *Construction Management and Economics*, 21 Oktober. pp.229-37.
- Meland, Ø.H., 2000. *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen*. Doktoravhandling. Trondheim: NTNU Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Mellin-Olsen, S., 1996. *Samtalen som forskningsmetode: Tekster om kvalitativ forskningsmetode*. 1st ed. Bergen: Caspar Forlag.
- Miettinen, R. & Paavola, S., 2013. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. *Automation in Construction*, 13 August pp.84-91.
- Mohamed, A.N., 2001. Knowledge based approach for productivity adjusted construction schedule. *Expert Systems with Applications*, 2 August. pp.12-19.
- Moland, L.E., 2013. *Begrunnelser og tiltak for å redusere omfanget av deltid og organisere for heltidsansettelser*. Fafo-rapport 27. Fafo.
- Mouhoub, N.E., Benhocine, A. & Belouadah, H., 2009. A new method for construction a minimal PERT network. *Applied Mathematical Modelling*, 6 November. pp.4575-88.
- NBEF, 2012. *Norges Bygg og Eiendomsforening - Veien til bedre praksis*. [Online] Tilgjengelig ved: http://www.nbef.no/nyheter/single-news/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=154&cHash=d5cb0475972707a750a6539fb4a6b114 [Besøkt 6 Juni 2015].
- Newitt, J.S., 2009. *Construction Scheduling*. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall.
- NOU, 2013. *Organisering av arbeidstilsynet*. [Online] Tilgjengelig ved: <http://www.arbeidstilsynet.no/om/index.html?tid=207114> [Besøkt 17 Mars 2015].
- NOU, 2015. *Direktoratet for byggkvalitet*. [Online] Tilgjengelig ved: https://www.regjeringen.no/nb/dep/kmd/org/etater-og-virksomheter-under-kommunal--og-moderniseringsdepartementet/underliggende-etater/statens_bygningstekniske_etat_be/id85812/ [Besøkt 17 Mars 2015].
- Olofsson, T., Jongeling, R., Toolanen, B. & Woksepp, S., 2007. *Project Environment and process design of building projects supported by virtual design and construction methods*. [Online] eBygg-center for IT i konstruksjon, Luleå Teknologiske Universitet Tilgjengelig ved: <http://pure.ltu.se/portal/files/1028029/w78-2007-036-067.pdf> [Besøkt 1 Juni 2015].
- Packham, G., Thomas, B. & Miller, C., 2003. Partnering in the house building sector: a subcontractor's view. *International Journal of Project Management* Volume 21, Juli. pp.327-32.
- Portier, P. & Crespin-Mazet, F., 2009. The reluctance of construction purchasers towards project partnering. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 7 Juni. pp.230-38.
- Produktivitetskommissjonen, 2015. *Produktivitet - grunnlag for vekst og velferd*. Offentlig utredning. NOU: Norges offentlige utredninger.
- Project Management Institute, 2000. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Pennsylvania: Project Management Institute Inc.

- Reddy, K.P., 2011. *BIM for Building Owners and Developers: Making a Business Case for Using BIM on Projects*. 1st ed. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons.
- Regnier, E., 2005. *Hidden Assumptions in Project Management Tools*. [Online] DRMI, Defense Resources Management Institute Tilgjengelig ved: <http://www.nps.edu/drmi/docs/1jan05-newsletter.pdf> [Besøkt 10 April 2015].
- Rolstadås, A., 2011. *Praktisk Prosjektstyring*. 5th ed. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A. & Minkarah, I., 2005. Lean construction: From theory to implementation. *Journal of Management in Engineering Volume 22*, 23 Juni. pp.168-75.
- Sandmo, E. & Lorentzen, S., 2012. *Kaster bort milliarder*. [Online] Tilgjengelig ved: <http://www.nrk.no/trondelag/-kaster-bort-milliarder-1.8810915> [Besøkt 6 Juni 2015].
- Seehusen, J., 2011. *Drastisk fall i produktivitet*. [Online] Tilgjengelig ved: <http://www.tu.no/bygg/2011/04/27/drastisk-fall-i-produktivitet> [Besøkt 6 Mars 2015].
- Smollan, R.K., 2011. The multi-dimensional nature of resistance to change. *Journal of Management and Organization Volume 17*, November. pp.828-49.
- Statistisk sentralbyrå, 2010. *Produksjonsfaktorer og produktivitet*. [Online] SSB Tilgjengelig ved: https://www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/oa_201001/04prod.pdf [Besøkt 5 Juni 2015].
- Statistisk Sentralbyrå, 2014. *Bygge- og anleggsvirksomhet, strukturstatistikk 2013, foreløpige tall*. [Online] Tilgjengelig ved: <http://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/stbygganl/aar-forelopige/2014-11-05> [Besøkt 18 February 2015].
- Statistisk sentralbyrå, 2015. *Nasjonalregnskapet: Produktivitetsberegninger for næringer*. [Online] Tilgjengelig ved: <http://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/statistikker/nr/tilleggsinformasjon/produktivitetsendringer-for-naringer> [Besøkt 23 Mai 2015].
- Stenstrup & Stordrange, 2014. *Norsk forening for Bygge- og Entrepriserett*. [Online] Tilgjengelig ved: <http://www.entrepriseforeningen.no/39705-Arsmote-23-april-2014?iid=66910&pid=OOG-Artikkel-Files.Native-InnerFile-File&attach=1> [Besøkt 2015 Juni 3].
- Sullivan, K.T., Lines, B.C., Smithwick, J.B. & Mischung, J., 2015. Overcoming resistance to change in engineering and construction: Change management factors for owner organizations. *International Journal of Project Management*, 12 Januar. pp.1170-79.
- Takim, R., Harris, M. & Nawawi, A.H., 2013. Building Information Modeling (BIM): A new paradigm for quality of life within Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8. April. pp.23-32.
- Trebbe, M., Hartmann, T. & Dorée, A., 2014. 4D CAD models to support the coordination of construction activities between contractors. *Automation in Construction*, 4 Januar. pp.83-91.
- Trietsch, D. & Baker, K.R., 2011. PERT 21: Fitting PERT/CPM for use in the 21st century. *International Journal of Project Management*, 1 Mai. pp.490-502.
- Veidekke ASA, 2008. *Fra 6 piloter til 27 læringsprosjekter*. [Online] Vi i Veidekke Tilgjengelig ved: <http://tiny.cc/bh02yx> [Besøkt 2 Mars 2015].
- Vellesen, P., 2011. *Akkordtariffens betydning for bygningsarbeidernes lønn*. [Online] Tømrer & Byggfagforeningen Tilgjengelig ved: <http://www.byggfag.org/uploads/Vellesen.pdf> [Besøkt 9 April 2015]. Forfatter er leder av Oslo bygningsarbeiderforening.
- Wæhle, E. & Sterri, A., 2014. *Case studie*. [Online] Store Norske Leksikon Tilgjengelig ved: https://snl.no/case_studie [Besøkt 10 Juni 2015].
- Weber, S.C., 2005. *Scheduling Construction Projects: Principles and Practices*. 1st ed. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Wigen, R., 1992. *Bygningsadministrasjon*. 2nd ed. Trondheim: Tapir forlag.
- Wong, P.S.-P. & Cheung, S.-O., 2003. Trust in construction partnering: views from parties in the partnering dance. *International Journal of Project Management*, 21 November. pp.437-46.
- Wysocki, R.K., 2012. *Effective Project Management: Traditional, Agile, Extreme*. 6th ed. Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc.
- Ødegård, A.M., 2015. *Bygg og anleg: Kortere kjeder - mindre sosial dumping?* [Online] Fafo Tilgjengelig ved: <http://www.arbeidslivet.no/Arbeid1/Arbeidsinnvandring/Kortere-kjeder---mindre-sosial-dumping/> [Besøkt 1 Juni 2015].

Vedlegg A I INTERVJULISTE

Tabell 10: Oversikt over gjennomførte intervjuer

Dato	Stilling	Selskap	Varighet
5/3-2015	BIM-koordinator	Kruse Smith	1 time
11/3-2015	RIB, BIM-koordinator	Kraftværk	1 time
11/3-2015	Prosjekt- og prosjekteringsleder	Kraftværk	1 time
11/3-2015	Ansvarlig søker, prosjekteringsleder	Kraftværk	1 time
20/3-2015	Prosjekt- og prosjekteringsleder	Kruse Smith	1 time
14/4-2015	Avdelingsleder bygg og eiendom	Multiconsult	1,5 time
15/4-2015	Prosjekt- og prosjekteringsleder	Prosjektil	1 time
21/4-2015	Avdelingsleder for totalentrepriser	SV Betong	1 time
22/4-2015	Personalsjef	Stangeland	½ time
22/4-2015	Prosjektleder	Stangeland	1 time
24/4-2015	Prosjektleder	Risa	1 time
27/4-2015	Prosjektsjef	JM Norge	1,5 time
28/4-2015	Daglig leder	Dimensjon	1 time
4/5-2015	Prosjektleder for totalentrepriser	Jærentreprenør	1 time
4/5-2015	Prosjektleder for totalentrepriser	Jærentreprenør	1 time
4/5-2015	Administrerende direktør	Synchro	1 time
14/5-2015	BIM- og VDC-ansvarlig	Ryan Companies	1,5 time

27/5-2015	Bas	Front Bygg AS	Skriftlig korrespondanse
2/5 – 2015	Bas	DNF AS	Skriftlig korrespondanse
3/5 – 2015	Bas	DNF AS	Skriftlig korrespondanse
4/5 - 2015	Bas	Jærmester AS	Skriftlig korrespondanse

Vedlegg B I INTERVJUGUIDE

I forkant av intervjuene ble det utarbeidet fire forskjellige intervjuguider presentert nedenfor i vedlegg B, kapittel B.1 – B.4.

Intervjuguidene som ble utarbeidet ble ikke fulgt slavisk, men ble brukt som en retningsveiledning for å ikke vandre for langt vekk fra masteroppgavens problemstilling. Et førsteutkast av spørsmålene ble tilsendt intervjuobjektene én uke før intervjuet fant sted, så alle som ønsket hadde muligheten til å forberede seg.

B.1 I SPØRSMÅLSLISTE TIL PROSJEKT- OG PROSJEKTERINGSLEDERE

1. Fortell kjapt om deg selv, bakgrunnen din og den nåværende jobben din.
2. Etter bestillingen av en entreprise plikter den aktuelle entreprenøren i følge norsk standard å utarbeide en fremdriftsplan innen 6 uker fra kontraktsdato. Hvordan går du frem for å utarbeide denne planen?
 - a. Hvilke planer legger du, på hvilket tidspunkt legges de og hvilket detaljnivå har de?
 - b. Hvem er involvert i utarbeidelsen av disse planene?
 - c. Hvordan bestemmes varigheten til hver enkelt aktivitet?
3. Nevn de største utfordringene ved å utarbeide en fremdriftsplan.
4. I et tenkt prosjekt hvor du er ansatt som prosjekteringsansvarlig; hvordan foregår samarbeidet mellom de forskjellige aktørene i prosjekteringsgruppen?
5. Hva gjør bedriften din for å sikre at dere holder dere til fremdriftsplanen når arbeidet begynner?
 - a. Hva skjer hvis en av de kontraherte underentreprenørene ikke rekker tidsfristen?
6. Hvordan formidles fremdriftsplanen til hver enkelt arbeider?
4. Tall fra SSB viser en nedgang i produktiviteten i norsk byggebransje gjennom de siste 20 årene. Hvis vi ser vekk fra din bedrift og tenker generelt, og jeg kommer med utsagnet "Det er stor mangel på fremdriftsstyring under utførelsen av byggeprosjekter", ville du sagt deg enig? Hvorfor/hvorfor ikke?
5. Det er ingen hemmelighet at det har en tendens til å bli mye venting på byggeplassen under produksjonsfasen. Tall fra Veidekke påstår hele 40% av all produksjonstid består i venting.
 - a. Tror du dette anslaget er realistisk? Hvorfor/hvorfor ikke?
 - b. Bortsett fra bedre planlegging, hva kan gjøres for å få ned ventetiden?
6. Utførende rekker ikke fristene sine og skylder på dårlig prosjektering, og de prosjekterende skylder på at byggherren setter urealistiske tidsfrister. Hva tenker du om denne holdningen?
7. En del nyere gjennomføringsmodeller (trimmet bygging, samspillentrepriser, VDC) krever tidligere og større innblanding av underentreprenører (noen ganger så tidlig som i skissefasen). Hva tenker du om dette? Fordeler/ulempes?
8. Mange ser et stort forbedringspotensial rundt produksjonsplanlegging (og har gjort det i lang tid). Hvorfor tror du produktivitetsutviklingen i bygg- og anleggsbransjen har stagnert mens andre har gradvis økt? Tror du det har blitt en godtatt holdning at ting blir forsinket?
9. Gjør du/din bedrift noe aktivt for å bli bedre på fremdriftsplanlegging?

B.2 I SPØRSMÅLSLISTE TIL BYGGHERRE

1. Fortell kjapt om deg selv, bakgrunnen din og den nåværende jobben din.
2. Vi starter med et tenkt prosjekt hvor din bedrift har akkvirert en tomt og skal kjøpe prosjektering. Bedriften har da rollen som byggherre. Hvordan går dere frem for å kontrahere prosjekterende?
 - a. Hva legger dere vekt på ved valg av prosjekterende? (Pris? Fremdrift? Tidligere erfaring?)
 - b. Hvilken entreprisform benytter dere? Fordeler/ulemper?
3. I et slikt scenario, hvor aktiv er bedriften som byggherre under prosjekteringsfasen?
4. Hvordan foregår kommunikasjonen i prosjekteringsfasen?
5. I de prosjektene bedriften har vært byggherre for tidligere:
 - a. Har det vært praktisert parallellprosjektering?
 - b. Blir prosjektene ofte forsinket?
 - c. Har bedriften som byggherre vært fornøyd med det arbeidet de prosjekterende har utført?
6. Hvilke metoder/dataprogrammer bruker dere for å komponere, strukturere og til slutt fremstille fremdriftsplanen som ble lagt i prosjekteringsfasen?
7. Nevn de største utfordringene bedriften møter med å sikre at aktører forholder seg til fremdriftsplanen.
8. Hvilken erfaring har du med å benytte BIM og 3D-modellering i prosjekteringsarbeidet?
9. Utførende rekker ikke fristene sine og skylder på dårlig prosjektering, og de prosjekterende skylder på at byggherren setter urealistiske tidsfrister. Hva tenker du om denne holdningen?
10. Hvis man ser vekk fra din bedrift og tenker generelt. Hvorfor tror du så mange byggherrer presser arbeidet i gang før prosjekteringen av bygget er ferdigstilt?
11. Hvilke fordeler ser du ved å ferdigprosjekttere byggeprosjekter før byggestart?
12. En del nyere gjennomføringsmodeller (trimmet bygging, samspillentrepriser, VDC) krever tidligere og større innblanding av underentreprenører (noen ganger så tidlig som i skissefasen). Hva tenker du som byggherre om dette? Fordeler/ulemper?
10. Mange ser et stort forbedringspotensial rundt produksjonsplanlegging (og har gjort det i lang tid). Hvorfor tror du produktivitetsutviklingen i bygg- og anleggsbransjen har stagnert mens andre har gradvis økt? Tror du det har blitt en godtatt holdning at ting blir forsinket?
13. Gjør du/din bedrift noe aktivt for å bli bedre på fremdriftsplanlegging?

B.3 I SPØRSMÅLSLISTE TIL RÅDGIVENDE INGENIØRER

1. Fortell kjapt om deg selv, bakgrunnen din og den nåværende jobben din.
2. I et tenkt prosjekt hvor du er ansvarlig for prosjektering av byggeteknikk, hvordan opplever du samarbeidet mellom de forskjellige aktørene i prosjekteringsgruppen foregår?
3. Under prosjekteringen av tidligere prosjekter du har deltatt i, føler du prosjekteringslederen har gjort en god jobb?
 - a. Har prosjektene du jobber med en prosjekteringsleder og en prosjektleder, eller hender det prosjektleder tar på seg begge oppgavene?
 - b. Hvis nei, hvem er tildelt rollen som prosjekteringsleder?
4. Føler du tidsrammen som avsettes til prosjekteringsarbeid er tilstrekkelig i dag? Hvorfor/hvorfor ikke?
5. I de prosjektene dere deltar i dag, hvor ofte forekommer det parallellprosjektering?
 - a. Fordeler/ulemper?
6. Veidekke hevder at hele 40% av produksjonstiden ved byggeprosjekter består i venting, hvor store deler relateres til venting på detaljtegninger fra prosjekterende.
 - a. Hvor du selv opplevd å bli forsinket med tegningene?
 - b. Hvorfor oppstår slike forsinkelser?
 - c. Hva gjøres for å forhindre slike forsinkelser?
7. Mange "moderne" metoder for fremdriftsplanlegging (trimmet bygging, samspillentrepriser og VDC) krever større tverrfaglig koordinering og tidligere involvering av de utførende i prosjekteringsfasen. Hva tenker du om dette?
 - a. Positive/negative effekter?
8. Hvordan bruker du BIM til prosjekteringsarbeidet?
 - a. Hvordan tror du BIM kan brukes til å bedre prosjekteringsarbeid?
9. Hvis man ser vekk fra din bedrift og tenker generelt: Hvorfor tror du så mange byggherrer presser arbeidet i gang før prosjekteringen av bygget er ferdigstilt?
10. Mange ser et stort forbedringspotensial rundt produksjonsplanlegging (og har gjort det i lang tid). Hvorfor tror du produktivitetsutviklingen i bygg- og anleggsbransjen har stagnert mens andre har gradvis økt? Tror du det har blitt en godtatt holdning at ting blir forsinket?

B.4 I SPØRSMÅLSLISTE TIL BASER/FORMENN

1. Hvordan formidler du fremdriftsplanen til arbeiderne du er bas for?
2. Hvordan formidles fremdriftsplanen til deg?
3. Hva gjør du som bas for å sikre at dere holder dere til denne fremdriftsplanen gjennom utføringen av prosjektet?
4. Hvordan foregår utformingen av denne fremdriftsplanen? Deltar du? I så fall, i hvilken grad?
5. I et tenkt prosjekt hvor din bedrift utfører arbeid som underentreprenør:
 - a. Føler du generelt prosjekter får god oppfølging av byggherrens prosjektleder og total-/general-/hovedentreprenørers anleggsleder? Hvorfor/Hvorfor ikke?
 - b. Hvor ofte ser du byggherrens prosjektleder på byggeplassen?
6. Det er ingen hemmelighet at det har en tendens til å bli mye venting på byggeplassen under produksjonsfasen. Tall fra Veidekke påstår hele 40% av all produksjonstid består i venting.
 - a. Tror du dette anslaget er realistisk? Hvorfor/hvorfor ikke?
 - b. Hvilken erfaring har du hatt med ventetid?
 - c. Hva kan gjøres for å få ned ventetiden?
7. Føler du tiden avsatt til ditt respektive fagfelt er tilstrekkelig? Eller er det generelt sett tidspress hvor mye arbeid er presset inn på for kort tid?
8. Tror du kvaliteten på arbeidet som blir utført ville økt hvis det ble øremerket mer tid til ditt respektive fag?
9. Baser og formenn anklages gjerne for å være flinke fagfolk, men ikke nødvendigvis flinke organisatorer/pådrivere (og slik er delvis ansvarlige for den lave produktivitet på byggeplassen). Hva tenker du om denne holdningen?
10. Hva tror du er grunnen til at så mange byggeprosjekter blir forsinket?
11. Hva tror du må til for å hindre forsinkelser og gjøre planleggingsprosessen bedre?

B.5 I SPØRSMÅLSLISTE TIL BIM-KOORDINATORER

1. BIM har vært spådd til å ta av helt siden det først ble lansert som et "paradigmeskift" for bygg- og anleggsvirksomhet. Nå er vi i 2014, og implementeringen av BIM går relativt rolig for seg.
 - a. Hva tror du har vært de største hindrene for implementeringen av BIM i den norske bygge- og anleggsbransjen?
 - b. Tror du forventningene man har til hvilke problem BIM kan løse er urealistiske?
 - c. Hvilke hinder ser du/har du møtt gjennom bruk av BIM?
 - d. Er BIM for komplekst slik det er i dag?
2. Hvilken erfaring/kjennskap har du til VDC og planlegging i 4D?
 - a. Hvilken rolle ser du for deg VDC får i byggebransjen fremover?
 - b. Hvilken rolle ser du for deg planlegging i 4D får fremover?
3. De fleste firma som benytter seg av 4D i dag bruker først og fremst videovisualiseringen til salgs- og markedsføring. Hva tilbyr 4D byggebransjen som de ikke allerede kan få tak i?
 - a. Tror du den norske rollekulturen i prosjektarbeid innen byggebransjen kommer til å være et hinder for implementering av 4D?
4. De fleste firma som benytter seg av 4D i dag bruker først og fremst videovisualisering til salgs- og markedsføringsformål, og ikke planlegging og utføring. Trenger en 4D til fremdriftsplanlegging, eller kan en god prosjektleder gjøre samme nytten?
5. Hvorfor trenger vi *ikke* 4D?
6. En del nyere gjennomføringsmodeller (trimmet bygging, samspillentrepriser, VDC) krever tidligere og større innblanding av underentreprenører (noen ganger så tidlig som i skissefasen). Hva tenker du om dette? Fordeler/ulempes?
7. Mange ser et stort forbedringspotensial rundt produksjonsplanlegging (og har gjort det i lang tid). Hvorfor tror du produktivitetsutviklingen i bygg- og anleggsbransjen har stagnert mens andre har gradvis økt?
8. Gjør du/din bedrift noe aktivt for å bli bedre på fremdriftsplanlegging?

Vedlegg C I DIGITALE VERKTØY

Rene planleggingsverktøy

Det finnes et mylder av godt etablerte dataprogrammer og planleggingsverktøy som alle har sin styrke i at de fremstiller fremdriftsplaner på enkle, oversiktlige og lett oppdaterbare måter. Det store flertallet av de mest intuitive (og dermed mest populære) digitale verktøyene krever dog at planleggeren manuelt plotter inn aktivitetens navn, beskrivelse, avhengighetsforhold og varighet. Dette kan være en tidkrevende og repetitiv arbeidsprosess. Hver enkelt aktivitets tidsspenn regnes som deterministisk, og det tas ikke hensyn til usikkerheten som er tilstede. Dette kunne for eksempel enkelt vært gjort ved å utarbeide flere, alternative fremdriftsplaner med forskjellige produktivetsrater – men grunnet den tidkrevende utarbeidings- og plotteprosessen er dette vanligvis noe prosjektledere flest ikke har tid til (Fulford & Standing, 2012).

I. Microsoft Project

Selv om Microsoft Project ikke ble utviklet spesielt for byggebransjen, har programvaren fått fotfeste som det kanskje mest brukte digitale verktøyet i den norske byggenæringen. Project er utviklet av Microsoft og har et gjennomtenkt og gjenkjennelig brukergrensesnitt⁵⁴ man finner igjen i andre Microsoft-programmer som Word og Excel. Microsoft Project lar deg bygge opp en fremdriftsplan og håndtere dimensjoner som tid, ressurser, kostnader og arbeidsstruktur på en lettfattelig måte.

Project har tre nevneverdige svakheter. For det første er antallet mulige aktiviteter per prosjekt begrenset til 10 000. Dette er i de fleste tilfeller ikke noe problem, men det kan bli en utfordring jo større og mer kompliserte byggeoppdragene blir. For det andre er programmet en såkalt desktop-applikasjon, hvor filene du arbeider med lagres lokalt. Bare én kan arbeide med filen av gangen, og prosjektlederen må manuelt sende ut den oppdaterte filen til alle interessenter. Den tredje og siste ulempen er kompatibilitetsproblemer. Projects .mpp-filer kan kun åpnes på datamaskiner med tilsvarende eller nyere versjon av programmet installert.

II. Microsoft Excel

Microsoft Excel virker kanskje ikke som et åpenbart valg av digitalt hjelpemiddel. Kjennskapen og tilgangen til programmet har likevel gjort at Excel ofte benyttes av entreprenører til detaljplanlegging hvor det er behov for en kjapp, enkel og oversiktlig måte å distribuere informasjon på. Det kan eksempelvis være fordelaktig å nytte Excel hvis baser eller formenn skal delta i detaljplanleggingen. Her har de fleste kompetanse, og basen kan selv oppdatere eller revidere planen uten konstant tilsyn.

III. Primavera Project Planner

Hvis du som prosjektleder skal planlegge kompliserte byggeprosjekter med flere aktører, eller prosjekter hvor flere trenger kontinuerlig tilgang til fremdriftsplanen, er Primavera et godt alternativ. Programvaren er den eneste som tillater mer enn én person å arbeide med samme fil samtidig og kan takle fremdriftsplaner med opp til 100 000 separate aktiviteter (Newitt, 2009). Primavera har flere funksjoner enn Project, og kan følgelig være vanskeligere å sette seg inn i. Programvaren stiller i tillegg større krav til både maskinkvalifikasjoner og lagringsplass, så det kan

⁵⁴ Engelsk: *user interface*. Betegnelse på kontaktflaten mellom brukeren og datamaskinens operativsystem og programmer. Avgjør hvordan brukeren styrer programmene. Kilde: <https://snl.no>

argumenteres for at mindre entreprenører ikke har behov for så avanserte hjelpemiddel.

Tabell 11: Andre digitale planverktøy med mindre brukerbaser (fritt etter Cooke & Williams, 2009)

Programvare	Utvikler	Funksjonsbeskrivelse
ISY Prosjekt Plan	Norconsult informasjonssystemer	ISY Prosjekt Plan er et planleggingsverktøy utviklet av det rådgivende selskapet Norconsult. Dataprogrammet er utviklet spesielt for byggebransjen, og et av de få hjelpemidlene som åpner for både budsjettering, styring og oppfølging av timer, kostnader og fremdrift i én og samme fil. Selskapene Multiconsult og COWI har også tatt ISY i bruk.
Powerproject	Asta Development	Powerproject er i likhet med Microsoft Project ikke laget spesifikt for byggebransjen. Planleggingsverktøyet har derimot flere konstruksjonsspesifikke maler tilgjengelige, som åpner for kartlegging og kalkulasjon av kritisk sti, slakk, ressursbehov og kostnadsoppfølging.
Easyplan	Asta Development	Easyplan er en mindre omfattende versjon av Powerproject. Dataprogrammet lar deg overvåke ressursbehov og fremdrift, men har ikke de samme mulighetene som Powerproject med tanke på kalkulasjon av kritisk sti, slakk og kostnadsoppfølging.
Project Commander	PMSC Software	Planleggingsverktøyet Project Commander er utviklet spesifikt til bygg- og anleggsbransjen. Programmet produserer fargerike og lett forståelige fremstillinger av fremdriftsplanen, og tilbyr funksjoner for ressurs- og kostnadsoppfølging av prosjektet.
CS Project	Crest Software	Programvaren CS Project tilbyr i likhet med Powerproject fremdriftsplanlegging, kostnads- og ressursplanlegging og enkle måter å drive kontinuerlig oppfølging på etter hvert som prosjektet avanserer.

Digitale verktøy til planlegging i 4D

I. Autodesk Navisworks

Navisworks er en programvare til prosjektrevidering for BAE-næringen. Programmet lar man samkjøre flere modeller for de ulike fagene i én felles totalmodell. Navisworks tilbyr et såkalt "Clash Detective verktøy", som leter etter kollisjoner mellom de ulike modellene.

Til bruk for fremdriftsplanlegging vil eksempelvis en plan fra en Microsoft Project fil (filformat .mpp) eller Primavera P6 fil (filformat .xer) slås sammen med en 3D-modell laget i AutoCAD (filformat .dwg) eller Revit (filformat .dwf). Navisworks lar deg så koble hver enkelt aktivitet i fremdriftsplanen til et objekt i 3D-modellen, og programmet greier slik å simulere konstruksjonen fra start til slutt. Animasjonen kan eksporteres til et video-format (filformat .avi), som for eksempel kan brukes til promotering og salg av det endelige produktet. Navisworks tilbyr også rendering⁵⁵.

II. Synchro

Synchro⁵⁶ er en konstruksjons- og 4D-basert programvare til styring av byggeprosjekter. Programmet fungerer noenlunde likt Navisworks, og kombinerer en 3D-modell med en fremdriftsplan importert fra Microsoft Project eller Primavera P6. Hver enkelt aktivitet i fremdriftsplanen linkes til hvert enkelt objekt i 3D-modellen, og planen fremvises i Gantt-representasjon. Også i Synchro kan du gjennomføre kollisjonstester, simulere konstruksjonen av bygget og eksportere animasjonene du lager som videofiler.

En funksjon unik for Synchro er muligheten til å dele store elementer i 3D-modellen i mindre biter. Eksempelvis kan dette være nyttig ved støpning av et stort gulv i betong. Selv om arkitektene har tegnet gulvet som ett, sammenhengende objekt, er utførelsen av støpningen så krevende at det presenteres som tre forskjellige aktiviteter i fremdriftsplanen. Synchro gir planleggere mulighet til å dele 3D-modeller inn i mindre deler der det gagnar en.

III. Vico

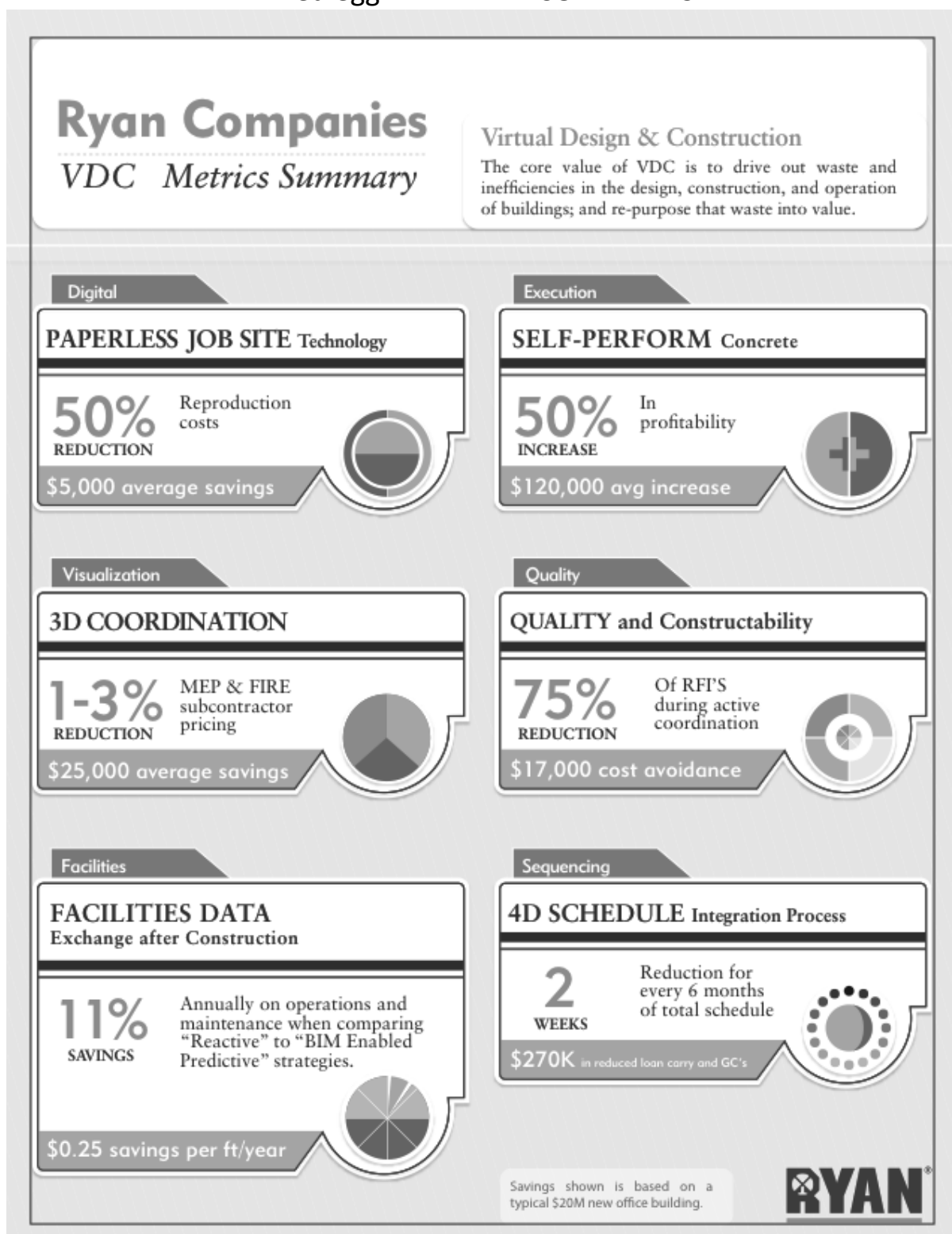
Vico, i likhet med Navisworks og Synchro, åpner for en integrert modell hvor aktiviteter i en fremdriftsplan kan knyttes til objekter i en 3D-modell. Vico opptrer annerledes enn Navisworks og Synchro på det settet at den femte dimensjonen, kostnad (5D), kommer før tid (4D). Først kjøres 3D-modellen gjennom en kollisjonstest, før det knyttes kostnader, arbeids-, material- og utstyrskrav til de ulike objektene i modellen. Neste steg er å øremerke forskjellige arbeidssoner til forskjellige fag, før man endelig kan knytte aktiviteter til 3D-modellen og planen presenteres i skråstreks- og Gantt-representasjon. Vico tilbyr samme simuleringsmuligheter som Navisworks og Synchro.

IV. Innovaya

Et siste alternativ er programvaren Innovaya. Innovaya lenker objekter fra dwg.-filer til enten MS Project eller Primavera. Fremdriftsplanen kan fremstilles visuelt og fargekoding nyttes til å markere eventuelle konfliktsoner.

⁵⁵ Prosessen hvor en datamodelle konverteres til et stillbilde.

⁵⁶ Programvare brukt av Ryan Companies.



Figur 20: Besparelser over en toårsperiode etter innføringen av IPD og planlegging i 4D. Basert på et typisk kontorbygg til \$20 millioner USD (Kilde: Interne dokumenter fra Ryan Companies)

Tabell 12: Ordforklaring til VDC Metrics Summary, Ryan Companies

Forkortelse	Betydning	Norsk ekvivalent
MEP	Mechanical, electrical and plumbing	Mekanisk, elektrisk og VVS (underentreprenører)
RFI's	Requests for information	Informasjonsforespørsel

Vedlegg E

Aktiviteters varighet utregnet ved akkordtariff

En annen metode å beregne aktiviteters varighet på er å benytte akkordtariffer. Ettersom svært få av intervjuobjektene for denne masteroppgaven både praktiserer og kjenner til metoden, presenteres den kun i kortform i dette vedlegget. For videre lesing anbefales debatheftet "Å løfte i flokk til rett tid" av Sol Skinnarland og Bjørn Andersen, som omhandler bruk av akkordtariff som lønns- og styringssystem i bransjen.

Lønn etter akkord er et produktivlønnssystem som kalkulerer timelønn utfra produksjonsmengde. Hvilken produksjonsmengde som forventes per tidsenhet per arbeider er fastslått i *tidstariffer*⁵⁷, som har blitt fremforhandlet og korrigert i mange år (Vellesen, 2011). Kjenner man produksjonsmengden, kan en slik beregne varigheten til aktivitetene. Akkordtariffen kan da brukes som et styringsverktøy for byggeprosjekters daglige drift (Andersen & Skinnarland, 2008).

Eksempel

Tariffen for betongfaget sier at grunntiden for forskalingsarbeid er 0,235 timeverk per m².⁵⁸ Én arbeider skal forskale for 100m² fundament. Hvor lang tid trenger du å avsette til denne aktiviteten i fremdriftsplanen?

$$0,235 \frac{\text{timeverk}}{\text{m}^2} \times 100\text{m}^2 = 23,5 \text{ timeverk}$$

Som planlegger bør du avsette minst 23,5 timeverk.

Prisen per kvadratmeter forskaling er fast uansett hvor hurtig betongarbeideren jobber. Arbeideren kan derimot øke sin timelønn ved å forskale mer per time enn hva tariffen anslår. Både blikkenslager-, maler-, murer-, rørlegger-, taktekker-, tømmer-, betong- og anleggsgartnerfaget har egne tariffer, som alle ligger tilgjengelig på Fellesforbundets hjemmesider.

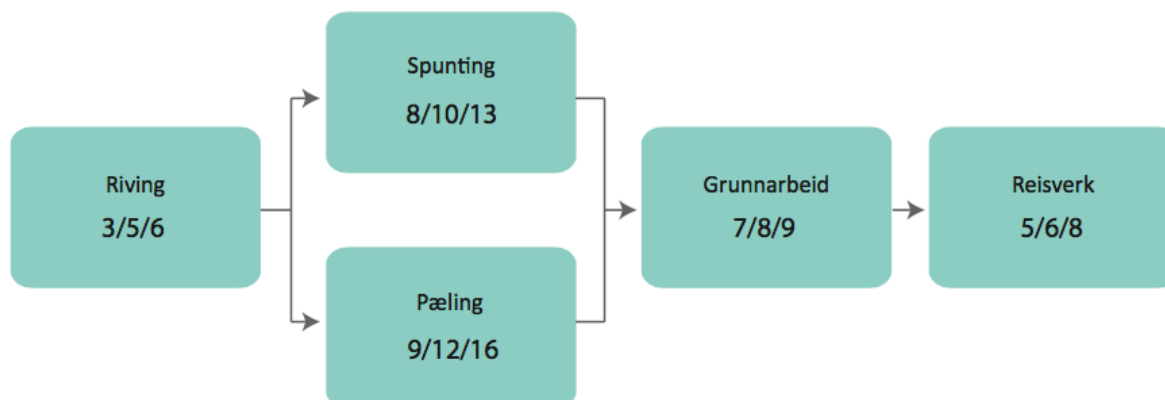
⁵⁷ Se <http://www.fellesforbundet.no/Lonns--og-arbeidsvilkar/Tariffavtaler/>

⁵⁸ Vertikal forskaling av fundamenter. Kassett inkludert tradisjonell tilpasning t.o.m. 0,60 meter i bredde. Akkordtariff for betongfaget, avsnitt LB1.1.101. Gyldig fra 1/1-2014. Se http://www.bnl.no/globalassets/dokumenter/tariff/betong_akkordtariff.pdf

Vedlegg F

En introduksjon til PERT

PERT tar utgangspunkt i at hver enkelt aktivitet følger en statistisk fordeling med kjent forventningsverdi og varians, vanligvis en β -fordeling. Hver aktivitet gis tre mulig varigheter: (i) **a** – kortest tenkelige varighet, (ii) **m** – mest sannsynlige varighet og (iii) **b** – lengst tenkelige varighet.



Figur 21: PERT, nettverksrepresentasjon

Videre antas varigheten av de forskjellige aktivitetene i byggeprosjektet er stokastisk uavhengige variabler. Vi har da følgende formler og utregninger:

1. $E(t) = \frac{1}{6}(a + 4m + b)$
2. $E(T) = \sum E(t)$
3. $Var(t) = \frac{1}{36}(b - a)^2$
4. $Var(T) = \sum Var(t)$
5. $P(T \leq D) = \Phi\left(\frac{D - E(T)}{\sqrt{Var(T)}}\right)$, hvor Φ er normalfordelt (0,1).⁵⁹

Tabell 13: Beregning av forventningsverdi og varians for Figur 13 (etter Rolstadsås, 2011)

Aktivitet	a	m	b	E(t)	Var(t)
Riving	3	5	6	5,0	0,11
Spunting	8	10	13	10,2	0,69
Pæling	9	12	16	12,2	1,36
Grunnarbeid	7	8	9	8,0	0,11
Reisverk	5	6	7	6,2	0,25

Fra formel 2 får vi byggeprosjektets totale varighet og varians er på henholdsvis 31,4 og 1,83 dager. Formel 5 gir sannsynligheten for at byggeprosjektet blir ferdig innen "D" dager.

PERT har ved flere tilfeller vist seg å underestimere prosjekters lengde (Trietsch & Baker, 2011). En av grunnene er at "T" regnes ut under antakelsen at kritisk veg aldri endrer seg. Selv om dette kan stemme i noen tilfeller vil ikke kritisk veg *alltid* være uforandret. Eksempelvis kan en lang forsinkelse av en aktivitet med lite slakk endre bildet. Et annet nevneverdig argument mot metoden er antakelsen om uavhengighet mellom aktivitetenes varighet – noe som i realiteten forekommer svært sjelden (Regnier, 2005). PERT undervurderer variasjonen i tiden som trengs og, resultatmessig, prosjektets totale varighet.

⁵⁹ Løses ved oppslag i normalfordelingstabell.

Vedlegg G

Kvalitetssikring og kontrollpraksis i byggeprosjekter

Fram til 1997 var kommunene ansvarlige for kvalitetssikring og kontrollpraksis i byggeprosjekter. Etter 1997 gikk ansvaret for kvalitetssikring over til søker, de utførende og de prosjekterende, da kommunene ikke lenger evnet å gjennomføre kontrollen i henhold til regelverket. Det nye hovedprinsippet ble *egenkontroll*. Kommunene ble satt ansvarlig for å godkjenne kontrollplanen og overvære at den planlagte kontrollen ble gjennomført (Produktivitetskommisjonen, 2015).

1. januar 2013 ble det innført krav om obligatorisk, uavhengig kontroll i alle byggesaker, med håp om å redusere antallet byggefeil og øke kvaliteten på den ferdige produktet. Kontrollen skal påse at prosjekteringsarbeidet oppfyller de fastsatte kravene i TEK10⁶⁰, at det er gjennomført kvalitetssikring av byggearbeidene og at byggearbeidene utføres i henhold til detaljtegningene og arbeidsbeskrivelsene som ble utarbeidet i prosjekteringsfasen.⁶¹ Et uttak av byggesaksforskriftens §14-2 går som følger:

Obligatoriske krav om uavhengig kontroll

Det skal gjennomføres uavhengig kontroll av fuktsikring ved bygging av våtrom i boliger og med lufttetthet i nye boliger. Ansvarlig kontrollerende skal kontrollere at det er gjennomført tilstrekkelig prosjektering av fuktsikring, herunder utforming av viktige løsninger, at det foreligger nødvendig produksjonsunderlag innenfor kontrollområdet, og at utførelsen er gjennomført i samsvar med produksjonsunderlaget.

I tillegg til uavhengig kontroll etter første ledd skal det også gjennomføres uavhengig kontroll i samsvar med § 14-7 for følgende oppgaver i tiltaksklasse 2 og 3:

- a) Bygningsfysikk*
- b) Konstruksjonssikkerhet*
- c) Geoteknikk*
- d) Brannsikkerhet*

Hvorvidt enkelte oppgaver skal tilknyttes tiltaksklasse 1, 2 eller 3 avhenger av oppgavens vanskelighetsgrad, kompleksitet og konsekvenser, og er opp til ansvarlig søker å foreslå. Når alle oppgaver er inndelt i ulike tiltaksklasser kan dette oppstilles i en *tiltaksprofil*, som normalt skal godkjennes av kommunen. Ved godkjennelse benyttes så tiltaksprofilen som veiledning for å finne frem til et uavhengig kontrollforetak som sitter med den nødvendige kompetansen for å gjennomføre kontrollen og overse arbeidet (DiBK, 2011).

Prosjektets tiltakshaver er i følge byggesaksforskriftens §12-1 ansvarlig for å denne kontrollen. Det fremgår derimot ikke hvem som skal dekke den økonomiske kostnaden av den uavhengige kontrollen, så dette må avgjøres i kontraktsbestemmelsene. Kontrollarbeidet i prosjekteringsfasen innebærer innhenting av tegningslister og påvisning av at slike tegninger og de nødvendige beregningene foreligger. Kontrollarbeidet i utførelsesfasen innebærer påvisning av samsvar mellom produksjonstegninger og dokumentert kvalitetssikring med utført byggearbeid.

⁶⁰ Forskrift om krav og produkter til byggverk, gjeldende siden juli 2010.

⁶¹ Kilde: DiBK, <http://www.dibk.no/no/Tema/Uavhengig-kontroll>

Vedlegg H

Rammeavtaler

En rammeavtale defineres i FOA §4-2.f som *en avtale inngått mellom en eller flere oppdragsgivere og en eller flere leverandører som har til formål å fastsette vilkårene for de kontrakter som skal tildeles i løpet av en gitt periode, særlig med hensyn til pris og eventuelt planlagte mengder*”.

Rammeavtaler skal med andre ord fastsette vilkårene for de kjøp eller kontrakter som tildeles leverandøren gjennom en gitt periode.

I henhold til forskriftens §6-1, første ledd, skal oppdragsgiver gjennomføre en alminnelig anbudskonkurranse hvor valg av leverandør skjer på bakgrunn av forhåndsbestemte tildelingskriterier. Da rammeavtalen først er inngått, forutsatt at dette er gjort i henhold til forskriftens prosedyre, kan oppdragsgiver gjøre bestillinger uten å gå gjennom hele anskaffelsesprosedyren.

Avtalene har en maksimum varighet på fire år, og kan være nyttige hvis oppdragsgiver og leverandør har et forhold hvor det er naturlig med løpende innkjøp.

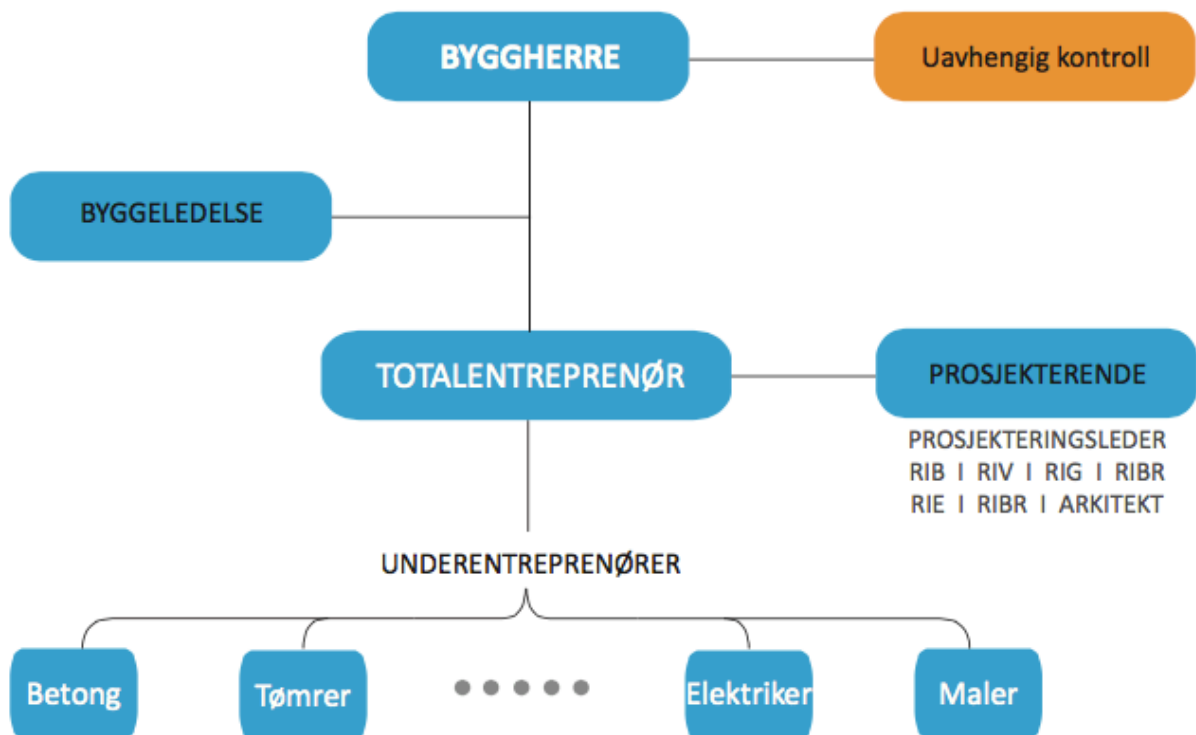
Ideen bak rammeavtaler er å forenkle og redusere arbeidet som må gjøres i forbindelse med anskaffelser av varer eller tjenester, da oppdragsgiver ikke trenger å gjennomføre en tradisjonell anbudskonkurranse ved hver anskaffelse (Difi, 2015). Dette kan føre til administrative besparelser for alle parter i rammeavtalen.

Vedlegg I | ENTREPRISEFORMENE

Et karakteristisk trekk ved byggeprosjekter er at prosjektorganisasjonen knyttes sammen gjennom kontrakter mellom byggherre og ulike spesialistfirmaer (Meland, 2000). Kontraktene det er snakk om omtales gjerne som *entreprisekontrakter* eller *entrepriser*, og skal avklare de involvertes plikter og rettigheter under hele byggeprosjektet.

De forskjellige kontraktsformene ble gjennomgått i korte trekk i oppgavens avsnitt 3.3.2: Valg av entrepris- og kontraktsform. Nedenfor gis en mer detaljert gjennomgang.

TOTALENTREPRISE



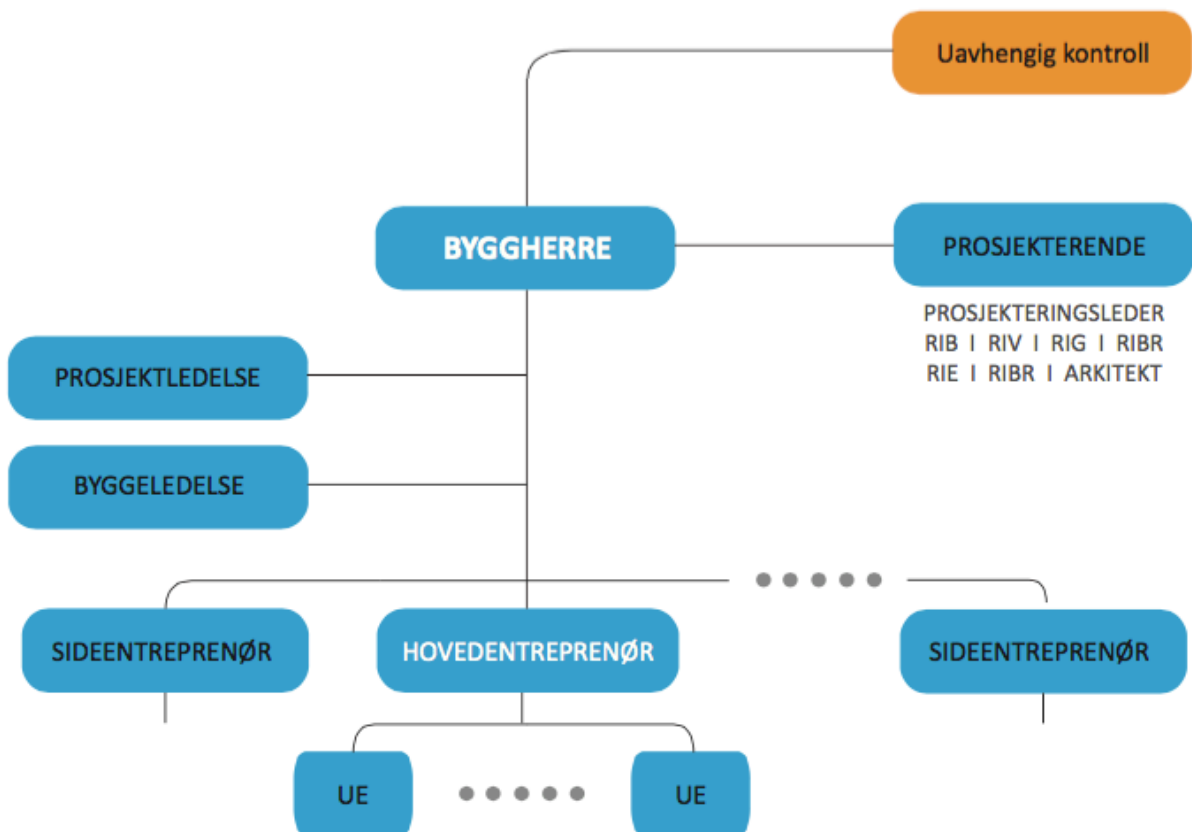
Figur 22: Prosjektorganisasjonsplan ved totalentreprise

I totalentrepriser er i prinsippet totalentreprenøren ansvarlig for prosjekteringen og modellen (Meland, 2000). Ved å plassere alt ansvaret ett sted slipper byggherren unna omfattende administrasjons- og oppfølgingsarbeid i bytte mot muligheten for å påvirke prosjektet etter kontraktsinngåelse. Byggherrer som benytter seg av entreprisformen bør ha detaljerte oppdragsbeskrivelser klare ved kontraktsinngåelse. Ved fraværende produktspesifikasjoner står totalentreprenøren fritt til å selv velge hvilke løsninger han ønsker å benytte seg av, noe som kan ha en negativ effekt på kvaliteten av det utførte arbeidet. Totalentrepriser passer generelt sett best til prosjekter som er klart definerte på forhånd, hvor byggherren er villig til å avstå fra endringer underveis (Cappelen, 2001).

HOVEDENTREPRISE

Entrepriseformen hovedentreprise velges av de fleste tiltakshavere (Cappelen, 2001). Byggherren inngår separat(-e) kontrakt(-er) med prosjekterende, prosjektledelse, byggeledelse, og flere entreprenører. Entreprenørene må for egen regning inngå avtaler med sine underentreprenører og leverandører for de fagene de ikke har kompetanse i. Det kontraheres én hovedentreprenør som påtar seg et mer omfattende arbeid enn de andre sideentreprenørene. Det er ikke uvanlig at hovedentreprenøren også er ansvarlig for samordningen av fremdrift med de andre entreprenørene.

En hovedentreprise gir byggherren god styring og innflytelse. Han kan prosjektere som han selv vil og kontrahere de leverandørene han selv ønsker (Rolstadås, 2011). Entrepriseformen krever dog mye arbeid av byggherren, som blir ansvarlig for alt som faller utenfor de inngåtte kontraktene.

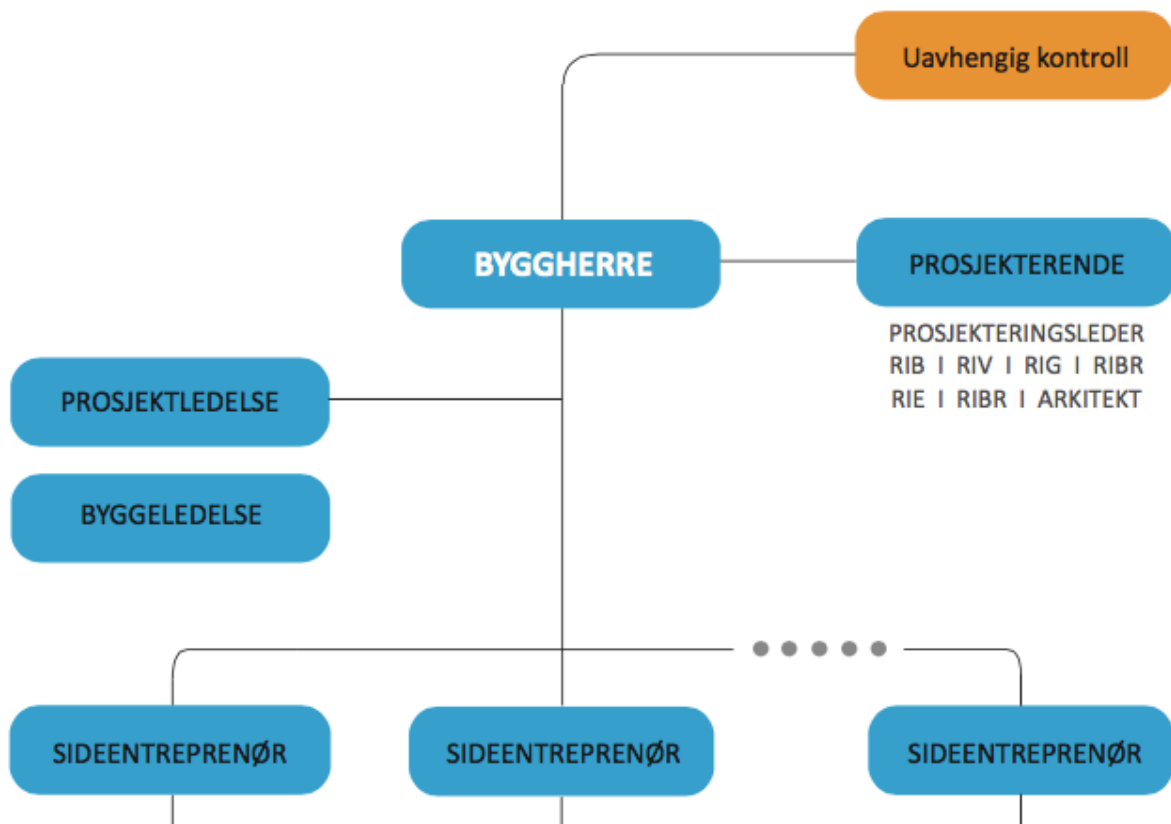


Figur 23: Prosjektorganisasjonsplan ved hovedentreprise

DELT ENTREPRISE

I en delt entreprise inngår byggherren separate kontrakter med rådgivere og entreprenører for hvert enkelt fag. Alle entreprenørene er rettslig likestilte og omtales som "sideentreprenører". En av sideentreprenørene kontraktforpliktes til å koordinere og styre prosjektets fremdrift. Ved anbudskonkurranser lar entreprisformen byggherren fullt utnytte konkurransen mellom forskjellige entreprenører og leverandører. I tillegg kan kontraktene inngås etter hvert som prosjektet utvikler seg, så byggherren får stor mulighet for å endre eller påvirke påfølgende arbeid (Rolstadås, 2011).

En av ulempene med entreprisformen er muligheten for åpne hull mellom kontraktene. Ved eventuelle feil eller mangler kan det da være vanskelig for byggherren å fastslå og bevise hvem som er ansvarlig (Cappelen, 2001). Ved spesielt store byggeprosjekter med mange sideentreprenører kreves det også en ressurssterk og profesjonell byggeadministrasjon.

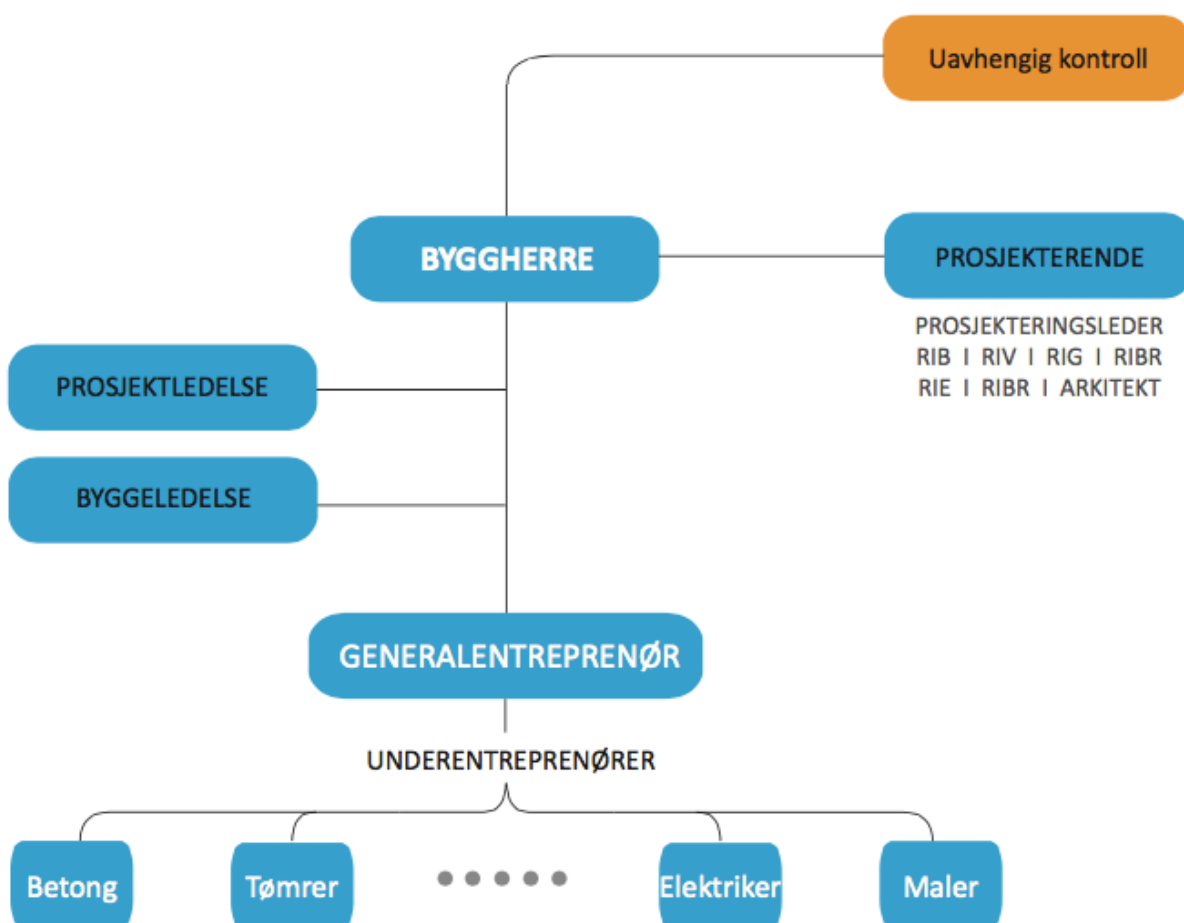


Figur 24: Prosjektorganisasjonsplan ved delte entrepriser

GENERALENTREPRISE

I en generalentreprise tegner byggherren kontrakt med prosjekterende/rådgivende, prosjektledelse, byggeledelse og én *generalentreprenør*. Generalentreprenøren skal stå for utførelsen av arbeidet, og bærer det fulle ansvaret for de underentreprenørene han selv velger å kontrahere. Byggherren kan slik forholde seg til kun én byggentreprenør, og trenger ikke bekymre seg over såkalte "hull" mellom kontraktene (udekkede ansvarsområder).

Entrepriseformen har to nevneverdige ulemper. Først og fremst er det begrenset hvor mange bedrifter som er ressurssterke nok til å ta på seg ansvaret som generalentreprenør. Dette kan resultere i at få deltar i anbudskonkurransen, og byggherren får ikke fullt utnytte markedskonkurransen. Den andre ulempen oppstår ved eventuelle uoverensstemmelser mellom byggherren og generalentreprenøren. Byggherren har normalt ingen kontraktsrettslige bånd direkte til underentreprenørene, og står da i en vanskelig posisjon (Cappelen, 2001).



Figur 25: Prosjektorganisasjonsplan ved generalentrepriser

Vedlegg J

Kontraksstandarder

FOA §4-3 definerer en standard som en *teknisk spesifikasjon godkjent av et anerkjent nasjonalt, europeisk eller internasjonal standardiseringsorgan for gjentatt eller stadig bruk, men som det normalt ikke er obligatorisk å anvende og som er offentlig tilgjengelig*. Et eksempel på et nasjonalt standardiseringsorgan er Standard Norge, som har som mål å effektivisere og forenkle kontraksutforming. Forskjellige kontraksstandarder brukes til forskjellige entreprisformer, og kan grupperes etter ulike faser av byggeprosessen:

Standard for kontrahering:

NS8400:2005 Regler for anskaffelser til bygg og anlegg ved anbudskonkurranser

Standarder for planlegging, rådgiving og prosjektering:

NS8401:2010 Alminnelige bestemmelser for prosjekteringsoppdrag

NS8402:2010 Alminnelige kontraksbestemmelser for rådgivningsoppdrag honorert etter medgått tid

Standard for uavhengige kontrolloppdrag:

NS8404:2013 Alminnelige kontraksbestemmelser for uavhengige kontrolloppdrag

Standard for totalentrepriser (prosjektering og utførelse):

NS8407:2011 Alminnelige kontraksbestemmelser for totalentreprise

NS8417:2011 Alminnelige kontraksbestemmelser for totalunderentrepriser

Standarder for utførelse:

NS8405:2008 Norsk bygge- og anleggskontrakt

NS8406:2009 Forenklet norsk bygge- og anleggskontrakt

NS8415:2008 Norsk underentreprisekontrakt vedrørende utførelse av bygg- og anleggsarbeider

NS8416:2009 Forenklet norsk underentreprisekontrakt vedrørende utførelse av bygg- og anleggsarbeider

Standard for leveranser:

NS8409:2008 Alminnelige kontraksbestemmelser for kjøp av byggevarer

Tabell 14: Kontraksstandarder til bruk i forskjellige partnerforhold

BYGGHERRE				
Valg av entreprise	HOVEDENTREPRISE DELT ENTREPRISE GENERALENTREPRISE			TOTALENTREPRISE
Kontraksstandard	NS8405	NS8405	NS8407	
	Hovedentreprenør			Totalentreprenør
Kontraksstandard	NS8415	NS8416	NS8415	NS8417
	Underentreprenører			

Vedlegg K

Forskrift om offentlige anskaffelser

FOA skal ifølge §1-1 bidra til økt verdiskapning i samfunnet ved å sikre effektiv ressursbruk ved offentlige anskaffelser. Forskriften omfatter statlige, kommunale og fylkeskommunale myndigheter, samt offentligrettslige organer dannet av en eller flere av disse. Videre leser §1-2 tredje ledd at forskriften også gjelder *”når bygge- og anleggskontrakter og tilhørende tjenestekontrakter tildeles av andre enn oppdragsgiver, forutsatt av de er direkte subsidiert med mer enn 50 prosent”*.

FOA er inndelt i tre deler, og det er anskaffelsens verdi (omtalt i §2-1) som avgjør hvilken del av forskriften byggherren må forholde seg til. omtaler terskelverdier:

1. **Del 1** gjelder for alle anskaffelser, uavhengig av anskaffelsens art og verdi.
2. **Del 2** gjelder for kontrakter hvor anslått terskelverdi ligger mellom 500 000 og 1,55 millioner kroner ekskludert mva.
3. **Del 3** gjelder kontrakter der den anslåtte verdi overstiger 1,55 millioner kroner ekskl. mva. for vare- og tjenestekontrakter, og bygge- og anleggskontrakter som overstiger 39 millioner ekskludert mva.

De overnevnte terskelverdiene fastslås og kan endres av nærings- og fiskeridepartementet. Verdien på selve anskaffelsen skal utregnes på grunnlag av byggherre/oppdragsgivers anslag av det samlede beløp som må betales ved en eventuell avtale. Under denne beregningen skal det tas hensyn til enhver form for opsjoner, eventuelle forlengelser av kontrakten og eventuelle premier eller betalinger til deltakerne i konkurransen (§2-3, femte og sjette ledd).

Alle anskaffelser skal være basert på konkurranse uansett hvilken anskaffelsesprosedyre som benyttes. Konkurransen skal gjennomføres med god forretningsskikk og lik behandling av leverandører. Oppdragsgiver plikter i henhold til forskriftens §9-1 å utarbeide en kunngjøring av konkurransen som skal kunngjøres i Doffin.⁶² Alle leverandører skal ha samme mulighet til å bli kjent med de forhold oppdragsgiveren vektlegger, både ved deltakelse i anbudskonkurransen og endelig tildeling av kontrakt.

Oppdragsgiver er selv ansvarlig for å sette en frist for forespørsel om deltakelse og innlevering av tilbud. Fristen skal være rimelig, og gi anbyderne tilstrekkelig tid til å innhente nødvendig dokumentasjon og foreta nødvendige undersøkelser/beregninger. Oppdragsgiver skal også fastslå vedståelsesfrist – som angir tidsperioden tilbudene er bindende. Hvis ikke annet fremgår utløper fristen klokken 24.00, 30 dager etter tilbudsfristens utløp (§10-2) .

Kontrakt skal tildeles på grunnlag av forhåndsbestemte kriterier: enten det tilbudet som er det mest økonomisk fordelaktige, eller utelukkende ut fra hvilket tilbud som har den laveste prisen. FOA forplikter oppdragsgiveren til å føre protokoll over alle anskaffelser som overstiger 100 000 kroner ekskl. mva. i verdi.

⁶² Norsk nasjonal kunngjøringsdatabase for offentlige anskaffelser.

Vedlegg L

Outsourcing, eller utkontraktering, kan defineres som strategisk bruk av ressurser utenfor ens egen organisasjon for å utføre gjøremål man selv tradisjonelt gjennomfører med egne ressurser. Enkelt forklart handler det om å sette ut deler av egen produksjon til en ekstern leverandør, istedenfor å stå for produksjonen selv.

Eksempler på outsourcing finnes i dag i de fleste næringer, deriblant bygg og anlegg. Solli-Sæther & Gottschalk kartlegger i en undersøkelse i 2007 de strategiske driverne bak outsourcing, og finner at hele 83% av respondentene outsourcer for å få tilgang på høyt kvalifisert arbeidskraft, ressurser og kompetanse. Andre nevneverdige drivere er lavere produksjonskostnad, fleksibel tjenesteproduksjon og forbedret tjenestekvalitet.

Outsourcing i byggebransjen

Outsourcing i byggebransjen er en integrert organisasjonsform med to bestanddeler; (i) taktisk outsourcing og (ii) strategisk outsourcing.

I. Taktisk outsourcing

Den integrerte organisasjonsmodellen taktisk outsourcing innebærer samarbeider på enkelte virksomhetsområder som er av kort varighet (Byggherren i fokus, 2003). Taktisk outsourcing benyttes følgelig gjerne som en kortsiktig problemløsning.

II. Strategisk outsourcing

Strategisk outsourcing innebærer et tett, langsiktig samarbeid på omfattende og komplekse virksomhetsområder mellom oppdragsgiveren og leverandør. I forhold til taktisk outsourcing har byggherren her et mer langsiktig perspektiv, og relasjonene som dannes mellom oppdragsgiver og leverandør kan vare over mange år. Da strategisk outsourcing gjerne omfatter oppgaver av kompleks natur, må oppdragsgiveren ta en grundig vurdering av sin egen nåtids- og fremtidsvisjon, kjernekompetanse, og organisasjonsstruktur – og spesielt hvilke ledelsesmessige påvirkninger outsourcingen vil ha (Byggherren i fokus, 2003).

Vedlegg M

Kontraktstyper i byggebransjen

Vedlegget redegjør for de forskjellige kontraktstypene oppdragsgivere kan benytte seg av ved kontrahering av leverandører.

Tabell 15: Vanlige kontraktstyper i byggeprosjekter (fritt etter Cappelen, 2001)

Enhetspriskontrakter	I enhetspriskontrakter er bare enhetsprisene forhåndsbestemt ved kontraktsinngåelse. Eksempler på slike enhetspriser er kroner per m ² , kroner per m ³ og kroner per stk., osv. Før kontraktsinngåelse kan leverandøren ha levert er uforpliktende prisoverslag til oppdragsgiveren, men den endelige sluttsummen kalkuleres på grunnlag av enhetsprisene og medgåtte dokumenterte mengder.
Regningsarbeid	<p>Ved regningsarbeid avtaler partene bestemte timesatser og påslagsprosent for arbeid, maskiner og medgått material i kontraktsbestemmelsene. Kontraktstypen passer følgelig til byggeprosjekter hvor det er vanskelig å gi et godt prisoverslag på forhånd.</p> <p>Ved regningsbilag sender entreprenøren faktura til oppdragsgiver med avtalte mellomrom, hvor medgått arbeidstid, materialbruk o.l. dokumenteres.</p> <p>Hvis ønskelig kan regningsarbeid bindes til en øvre ramme, et såkalt "pristak". Overstiger entreprenøren denne beløpsgrensen kan entreprenøren selv måtte dekke det overskridende beløpet, eller betale en prosentandel av overskridelsen.</p>
Fikssumkontrakt	<p>Fikssumkontrakter er uten mengderegulering av arbeidet og uten mulighet for pris- og lønnsjusteringer. Kontraktssummen avtales på forhånd, og kan ikke reguleres etter kontraktsignering – verken ved økte eller reduserte mengder.</p> <p>For byggherren betyr fikssumkontrakter stor økonomisk sikkerhet, men lite styring og oppfølging av byggeprosjektet.</p>
Sumkontrakt	Ved kontraktsinngåelse av en sumkontrakt avtaler partene en kontraktssum i kroner basert på arbeidets antatte omfang og gyldige pris- og lønnsforutsetninger. Denne avtalte prisen er dog regulerbar, og skal oppdateres etter hvert som arbeidet går fremover og byggeprosjektet avviker fra anslag i den opprinnelige sumkontrakten.
Fastpriskontrakt	I en fastpriskontrakt kan kontraktssummen reguleres for avvik fra arbeidsbeskrivelsen, men ikke for pris- og lønnsjusteringer. Fastpriskontrakt er derfor løsere variant av fikssumkontrakten.

Vedlegg N

Begrepet "fremdriftsplan"

Uten planlegging av byggeprosjekter på forhånd ville det vært umulig for prosjektets aktører å vite hvilke oppgaver som skal utføres og til hvilken tid. En *fremdriftsplan* gir et utgangspunkt for fordeling av arbeidskraft og en måte å justere kursen på hvis uforutsette hendelser forekommer under utførelsen av byggeprosjektet.

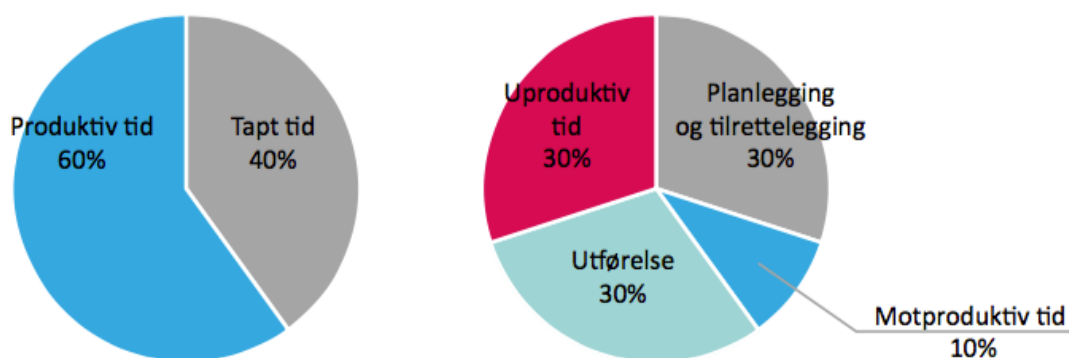
Fremdriftsplanen viser de enkelte aktiviteter (med tilhørende start- og sluttidspunkt) som må utføres for å få bygget ferdigstilt i tide. Begrepets bøyingsform kan være noe misvisende da ordet tilsier at det bare er snakk om én, singulær plan. I virkeligheten er det behov for flere planer på minst to detaljnivå: En oversiktsplan, som brukes i dialogen mellom tiltakshaver og prosjektledelsen, og flere detaljplaner, som viser hvordan de forskjellige delene (aktivitetene) av prosjektarbeidet skal utføres (Andersen et al., 2006).

Oversiktsplanen kan eksempelvis lese "montere veggkledning", mens detaljplanen viser hvilken vegg som skal kles først og hvilken vegg som skal kles sist. På engelsk omtales fremdriftsplanlegging med to begrep: *planning* og *scheduling*. *Planning* kommer først, og omfatter å kartlegge aktiviteter som inngår i prosjektet, hvilken rekkefølge de må utføres i (avhengighet) og hvilken varighet de har. *Scheduling* følger etter, og består i å fastslå start- og sluttidspunkt for aktivitetene (Rolstadås, 2011).

Vedlegg O

Veidekke og involverende planlegging

”Involverende planlegging” er en ny gjennomføringsmodell utarbeidet av entreprenøren Veidekke basert på lean-prinsipper. Arbeidsmetoden søker å skape flyt i produksjonen av byggeprosjekter gjennom å involvere de produserende i planlegging- og oppfølgingsarbeidet. Tiden som går tapt grunnet feil, venting og dårlig logistikk på byggeplassen skal fjernes, og isteden brukes til planlegging, tilrettelegging og utførelse. Veidekke hevder en reduksjon på 3% av total tapt tid kan gi en produktivitetsøkning på hele 10% (Veidekke ASA, 2008).



Figur 26: Tidsforbruk på en typisk byggeplass (fritt etter Veidekke, 2008)

Veidekke har utviklet en mal rundt hvordan fremdriftsplanleggingen skal foregå (ref. tabell 16). Den strategiske planleggingen (hovedfremdriftsplan og faseplan) skjer bare én gang, i oppstartsfasen, og den operative planleggingen (utkvikksplan, ukeplan og lagplan) skjer løpende gjennom hele prosjektet.

Tabell 16: Fem plannivå i Involverende Planlegging (fritt etter Veidekke, 2008)

Planer	Detaljerings	Innhold	Anbefalt tidspunkt	Ansvarlig
Hovedfremdriftsplan	Grov plan for hele prosjektet. Delt opp på fag/hovedfaser. Én A4-side	Prosjektet fra start til slutt	Lages som del av tilbudet eller kontrakten	Prosjektleder
Faseplan	Én plan pr. hovedfase. Eksempelvis én plan for grunn/råbygg, én for tett bygg	Detaljerings av innholdet i fasen	Utarbeides på bakgrunn av prosess med lappeteknikk, 4-6 uker før fasestart	Anleggsleder/driftsleder
Utkvikksplan	Uttak av faseplan detaljert på aktivitetsnivå	Uttak 5-9 uker	Rullerende. Oppdateres hver uke	Anleggsleder/driftsleder
Ukeplan	Detaljert utviklingsplan	Uttak 2-5 uker	Rullerende. Oppdateres hver uke	Formann
Lagplan	Arbeidsoppgaver per person	Inneværende uke	Rullerende. Oppdateres hver uke	Bas

Vedlegg P

Veien frem til BIM

Før data-assistert konstruksjon, heretter DAK, kom på markedet, var håndproduserte 2D tegninger eneste tilgjengelige, universelle måte å uttrykke seg på. DAK flyttet denne tidkrevende prosessen fra tegnebordet og over til dataen, hvor arkitekter var den første yrkesgruppen innen byggebransjen som tok verktøyet i bruk på 1980-tallet (Holzer, 2007). Tegningene kunne nå produseres hurtigere, med presise dimensjoner og - kanskje den største fordelen - med enkel tilgang til å gjøre raske endringer.

På samme måte som 2D-tegninger er forgjengeren til DAK, er DAK forgjengeren til 3D DAK. Fra å kunne tegne i 2D med forskjellige dataverktøy lot 3D DAK arkitekter og ingeniører fremstille konstruksjonen i tre dimensjoner. I de tidlige implementeringsfasene ble verktøyet for det meste brukt til visualisering, før bruken gradvis også spredde seg til design- og prosjekteringsfasen (Miettinen & Paavola, 2013).

BIM, eller bygningsinformasjonsmodellering, er en videreutvikling av 3D DAK og betraktes av mange som det etterlengtede paradigmeskiftet som skal revolusjonere bygg- og anleggsprosjekter (Reddy, 2011) (Miettinen & Paavola, 2013). BIM kan sies å være en sammensmelting av bygningsmodellering og informasjonsteknologi, hvor informasjonen som ligger bak visualiseringen anses som like viktig som visualiseringen i seg selv. BIM er en digital informasjonsmodell hvor hvert bygningsobjekt er representert med et tilsvarende digitalt objekt i modellen.

BIM har tre kjennetegn (Autodesk, 2002):

I. Digitale databaser.

Bygningsinformasjonsmodellering er et web-basert samarbeid hvor én, felles database-fil deles mellom og brukes av flerfoldige aktører i byggeprosjektet (arkitekter, rådgivende ingeniører, entreprenører) (Hardin, 2009). All relevant informasjon om bygningen lagres i databasene, og hver enkelt aktør kan hente ut akkurat den informasjonen man trenger når man trenger den. Modellen inkorporerer eksempelvis informasjon om vinduer, dører, brann- og lydkrav.

II. Koordinering og kommunikasjon

Selv om flere aktører og fag jobber på modellen fra sine lokale databaser samtidig, vil endringer foretatt av en aktør automatisk gjenspeiles i en felles database-fil som skal inneholde all relevant data om bygget. Alle endringer som foretas registreres, og kan ved senere anledninger granskes om behov.

III. Informasjonslagring

BIM lagrer informasjon fra prosjekterings- og utførelsesfasen til gjenbruk ved senere behov. Et eksempel er hvilke materialer og bygningskomponenter som er brukt, både type, mengde og tekniske spesifikasjoner. Eksempelvis kan BIM ved hjelp av denne informasjonen brukes som mengdekontroll til underlag for en priskalkulasjon (buildingSMART, 2012).

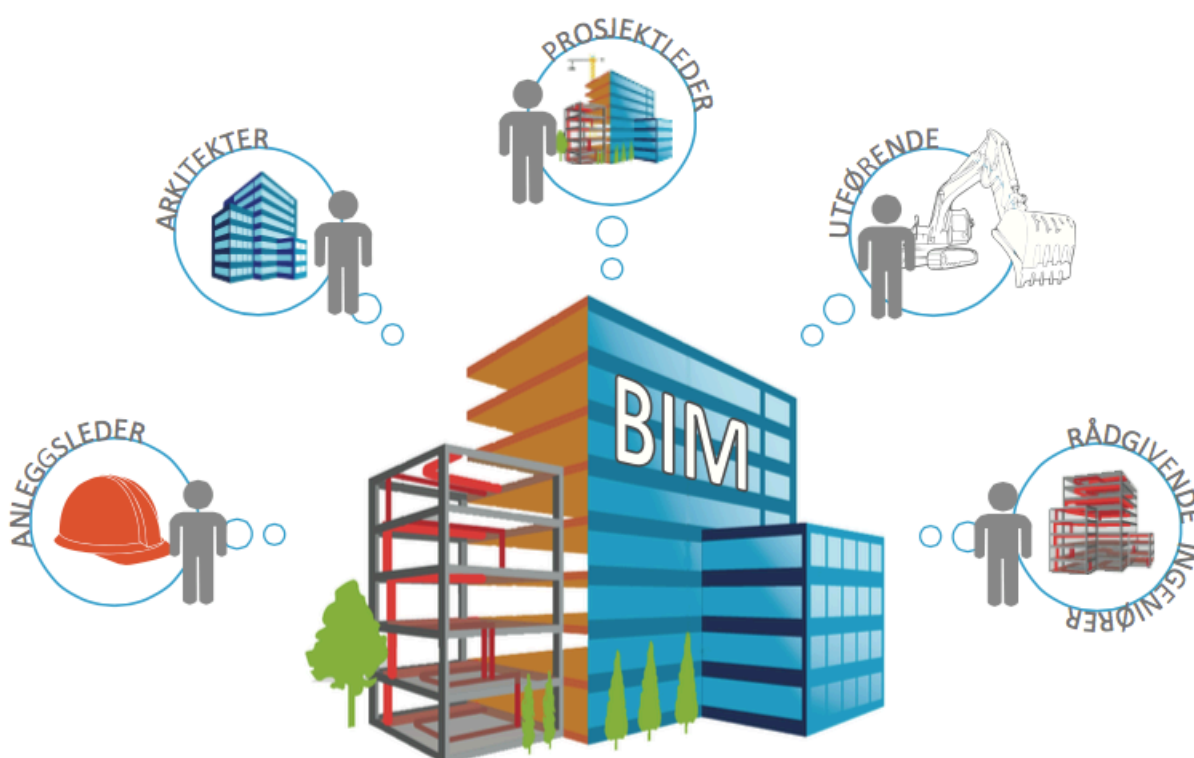
Hvordan bruker man BIM gjennom byggeprosessen?

I et typisk byggeprosjekt brukes BIM på følgende måte:

Byggherren starter som vanlig med å dokumentere sine krav til bygget i en database som skal følge bygget i hele dets levetid. De prosjekterende utarbeider en datamodell av bygget i henhold til byggherrens ønsker, som skal fortelle entreprenørene hvordan bygget skal se ut. Bygget er modellert med mange digitale bygningsdelobjekter, som alle legges inn fra et felles objektbibliotek. For hvert objekt modellen består av legger de rådgivende inn informasjon om dimensjoner, materiale, farger, overflater og U-verdi⁶³, som lagres i modellen. Arkitektene har ansvaret for å plassere modellen i et digitalt kart, så entreprenørene vet nøyaktig hvor bygget skal stå.

Ved søknad om byggetillatelse kan BIM-modellen i seg selv sendes direkte til den lokale myndigheten for godkjenning. Ved tillatelse tar entreprenørene over, som selv kan bruke modellen til planlegging av byggearbeidet og kontrahering av underentreprenører.

I prosjekteringen skal BIM kunne forenkle koordineringen mellom fagene og gi tilgang til verktøy som analyserer byggets prosjektkostnader, livsløpskostnader og energiytelse. En annen funksjon mye brukt i prosjekteringsfasen er *clash detection*, eller kollisjonstesting, hvor kollisjoner eller konflikter mellom bygningsobjekter avdekkes og kan løses før arbeidet på byggeplassen begynner (Takim et al., 2013). BIM krever følgelig mer tid og ressurser avsatt til tegning og modellering, men skal samtidig redusere tiden som trengs for å senere utføre selve arbeidet (Hardin, 2009).



Figur 27: Bygningsinformasjonsmodellering

⁶³ Angir hvor god varmeisolasjonsevnen bygningsdelen har.

Oppsummert tilbyr BIM byggeprosessen følgende (Olofsson et al., 2007):

- Digital fremstilling av bygget som lar deltakerne bevege seg rundt og se konstruksjonen fra alle mulige vinkler og synspunkt.
- Kollisjonssjekk, hvor programapplikasjoner sjekker den digitale modellen for eventuelle kollisjoner av forskjellige objekter og systemer.
- Analyse av byggets energibruk, plassbruk, vedlikeholdsplanlegging og lignende.
- Modellering i 4D (3D + tidsaspektet) hvor hvert objekt i modellen linkes til en aktivitet i en fremdriftsplan. Planen kan visualiseres og legges til rette for kommunikasjon og overensstemmelse mellom byggeprosjektets involverte parter.
- Modellering i 5D (3D + kostnadsaspektet) hvor modellen nyttes til kostnads- og ressursestimering.

Utfordringer med BIM

Til tross for at fordelene ved bruk av BIM virker åpenbare, møter arbeidsmetoden fortsatt motstand i byggebransjen. Flere forskningsartikler og bøker tar for seg barrierer som står i veien for implementeringen av BIM i byggenæringen. Den enkleste forklaringen er den mest brukte – at mennesker av natur motsetter seg endring og helst holder seg til arbeidsmetoder de er fortrolige med (Kiefer, 2005).

Andre forklarer motstanden med dårlig interoperabilitet⁶⁴ - selv etter en stødig økning i antallet IFC⁶⁵-sertifiserte dataprogrammer (Gu & London, 2010). Det trekkes også frem at selv om alle aktørene bruker standardiserte IFC-formater skaper BIM uansett raskt problemer med ansvarsfordelingen i prosjekteringsgruppen (Holzer, 2007); Hvem skal eksempelvis overvåke at all informasjon om bygningskomponentene faktisk plottes inn i modellen? Hvem skal kontrollere at informasjonen som plottes inn er korrekt?

Gu & London (2009) argumenterer for at det største hinderet er den vidtspennende misforståelsen at bygningsinformasjonsmodellering krever en forandring av *hele* byggeprosessen slik vi kjenner den i dag. Videre påpeker de mangelen på en klar oversikt over hvordan BIM bør integreres med dagens arbeidspraksis, og en lettforståelig oversikt over hvilke fordeler informasjonsmodellering kan gi.

En annen utfordring med implementeringen av BIM er å kartlegge og forstå alle bruksområdene verktøyet har. Et eksempel er hvordan informasjonsmodellen kan brukes i drift- og vedlikeholdsfasen. Selv om både buildingSMART, Autodesk og andre store, forkjempere for BIM leverer lovord om hvordan informasjonsmodellen kan gagne byggherren selv etter overleveringen av bygget, er det få byggherrer som vet om, forstår og benytter seg av dette potensialet (Miettinen & Paavola, 2013).

⁶⁴ Evne til å samhandle og fungere med andre produkter og tjenester.

⁶⁵ Objektbasert, felles filformat for utveksling av intelligente 3D-modeller mellom forskjellige faggrupper. Består av et komponentbasert, standardisert objektbibliotek.

Vedlegg Q

Produktivitetsbegreper i byggebransjen

Tabell 17: Forskjellige produktivetsbegrep benyttet i forskjellige rapporter

Nasjonalregnskap SSB	Arbeidsproduktivitet Angir verdiskapning/produksjon per utførte timeverk. I perioder hvor produksjonen vokser raskere enn antallet timeverk øker arbeidskraftproduktiviteten; det blir i gjennomsnitt produsert mer hver arbeidstime enn tidligere (Linstad, 2008) Totalfaktorproduktivitet Den del av produksjonsveksten som ikke kan tilskrives økning i en eller flere innsatsfaktorer, for eksempel arbeid, kapital- og produktinnsats (SSB, 2010). Måles med utgangspunkt i arbeidsproduktiviteten ved å trekke fra veksten målt i ressursinnsats.
Meld. St. 28 (2011-2012) Kommunal- og moderniseringsdepartementet	Timeverksproduktivitet Hvor mye hver arbeider produserer per time. Anses som det viktigste målet for produktivitet da det ikke påvirkes av hvor mye folk jobber.
Forskningsrapport Espelie, Theie & Bygballe	Produktivitet måles ved verdiskapning og lønn per sysselsatt