

# Fremdriftsplanlegging i totalentrepriser

Prosessmodell for fremdriftsplanlegging

**Ole Jørgen Levy**

**Emma Marie Skjærstad**

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2017

Hovedveileder: Olav Torp, IBM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for bygg- og miljøteknikk





<b>Oppgavens tittel:</b> Fremdriftsplanlegging i totalentrepriser - Prosessmodell for fremdriftsplanlegging	<b>Dato:</b> 10.06.17		
	<b>Antall sider (inkl. bilag):</b> 234		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
<b>Navn:</b> Stud.techn. Ole Jørgen Levy og Stud.techn. Emma Marie Skjærstad			
<b>Faglærer/veileder:</b> Olav Torp			

<b>Ekstrakt:</b> <p>Fremdriftsplanlegging i byggebransjen viser seg å være et svært erfaringspreget fagområde. Dagens fremdriftsplanleggere er i stor grad selvlærte og baserer sin planlegging på lang erfaring. Samtidig er graden av erfaringsoverføring tilsynelatende lav. Litteraturen dokumenterer på sin side gjentatte og til dels store forsinkelser og produktivitetsutviklingen i norsk byggebransje får til stadighet påpekt sin negative utvikling. Årsaker til forsinkelser hevdes i litteraturen å inkludere dårlig fremdriftsplanlegging, mangelfull oppfølging og feilvurdering av varighet.</p> <p>Gjennom problemstillingen «<i>Hva er en god prosess for fremdriftsplanlegging?</i>» er det utarbeidet det vi anser som en god prosessmodell for fremdriftsplanlegging. Denne er utarbeidet ved å identifisere utfordringer i dagens fremdriftsplanlegging og forhold som bidrar til prosjektsuksess. Dette er brukt som kriterier for å identifisere god praksis for fremdriftsplanlegging basert på undersøkelser i dagens byggebransje og av tilgjengelig litteratur. Metodene benyttet i dette arbeidet er litteraturstudium, casestudier bestående av dokumentstudier og ustrukturerte intervjuer, samt fokuserte intervjuer. Casestudiene er gjennomført i fire byggeprosjekter hos bedriftene Betonmast Innlandet AS og Ø.M.Fjeld AS.</p> <p>Den endelige beskrivelsen av en god prosess for fremdriftsplanlegging hensyntar og implementerer det som er identifisert som god praksis, gode prinsipper og gode arbeidsmåter i både litteratur og bransje. Dette skal bidra til å løse de identifiserte utfordringene i dagens planlegging og bidra til prosjektsuksess i fremtidig planlegging. Prosessmodellen beskriver fremdriftsplanleggingen i totalentrepriser fra kontraktsgenerering til overlevering ved hjelp av konkrete faser som avgrenses av tydelige informasjonsleveranser som forholder seg til Bygg21 sitt rammeverk <i>Neste Steg</i>. Prosessmodellen benytter også samme tankegang og prinsipper for informasjonsflyt som i dette rammeverket da vi mener det er nyttig for bransjen å bidra til en utvikling i samme retning som bransjens felles initiativ for økt produktivitet, Bygg21. Den endelige prosessmodellen er fremstilt og forklart i en veileder for å gjøre funnene lettere tilgjengelig for byggebransjen.</p>
---

Stikkord:

1. Fremdriftsplanlegging
2. Byggebransjen
3. Prosessmodell
4. Beste praksis

(sign.)



## Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet i faget «*TBA4910 Prosjektledelse, masteroppgave*» våren 2017 og utgjør 10. semester i sivilingeniørutdanningen ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Oppgavens omfang skal tilsvare 60 studiepoeng.

For fem år siden påbegynte vi utdanningen som sivilingeniører i Trondheim. Gjennom disse årene har et stadig økende ønske om å delta i relevant praksis ført til at vi har hatt sommerjobber i byggebransjen i flere år. Samvirket mellom utdanning og praktisk erfaring har gitt verdifull innsikt i hvordan byggebransjen fungerer. Vi har lært på skolebenken og sett i praksis hvordan byggebransjen har potensiale til å forbedre produktiviteten og øke kunnskapen om egen praksis. Dette fikk oss inn på temaet fremdriftsplanlegging, og høsten 2016 skrev vi en prosjektoppgave som undersøkte graden av samsvar mellom teori og praksis for fremdriftsplanlegging i byggebransjen. Dette gjorde at vi fikk øynene opp for verdien av samarbeid mellom de ofte adskilte leirene til akademikere og praktikere.

Avstanden mellom akademia og byggebransje opplever vi som alt for stor og vi vil oppfordre til ydmykhet på begge sider. Kombinasjonen av en teoretisk utdanning og praktiske sommerjobber på byggeplasser har inspirerte oss til å skrive en masteroppgave som skal bidra til en forbedring av dagens praksis for fremdriftsplanlegging samtidig som den er akademisk forankret.

Vi vil takke veileder Olav Torp ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU for hjelp med både prosjektoppgaven høsten 2016 og denne masteroppgaven. I tillegg vil vi takke samarbeidsbedriftene Betonmast Innlandet AS og Ø.M. Fjeld AS for bidrag, inspirerende innspill og tilgjengelighet når vi har hatt behov for det. En spesiell takk rettes til intervjupersonene for åpenheten de har hatt rundt egen praksis for fremdriftsplanlegging som har resultert i uvurderlige innspill til masteroppgaven. Masteroppgaven setter et endelig punktum for fem år på NTNU i Trondheim og i denne forbindelse vil vi rette en stor takk til alle som har gjort dette til fem fantastiske år. Helt til slutt ønsker vi å takke hverandre for et godt samarbeid i tillegg til tålmodighet og evne til å motivere i alle situasjoner - samme hvor lite bærekraftige den andres forslag har vært!

*Trondheim, 10.juni 2017*

---

Ole Jørgen Levy

---

Emma Marie Skjærstad



## Sammendrag

Der andre norske næringer har opplevd en økning i produktiviteten har byggebransjen opplevd en nedgang, og i litteraturen påvises det gjentakende og store forsinkelser i bransjen. Litteraturen bekrefter også at de fleste som driver med fremdriftsplanlegging er selvlærte, og at de har opparbeidet seg erfaringen ved å fremdriftsplanlegge over lang tid. Litteraturen påpeker videre viktigheten av organisatorisk læring og erfaringsoverføring etter prosjektavslutning. Dagens fremdriftsplanleggere besitter store mengder taus kunnskap og det ligger et stort potensiale i å gjøre denne eksplisitt for å stimulere til videreutvikling av fremdriftsplanlegging som fagområde. Oppgaven har til hensikt å skape økt bevissthet rundt fremdriftsplanlegging i bransjen og bidra til kontinuerlig forbedring av dagens praksis, men med et tydelig utgangspunkt i dagens arbeidsmåte. Oppgaven skal besvare følgende problemstilling:

*Hva er en god prosess for fremdriftsplanlegging?*

Forut for arbeidet fremkom det et klart ønske fra samarbeidsbedriftene Betonmast Innlandet AS og Ø.M. Fjeld AS om konkrete og lett anvendelige resultater. Bedriftene ønsket en veileder som tok utgangspunkt i dagens arbeidsmåte uten radikale endringer, men snarere en gradvis forbedring av dagens praksis. Til hjelp i arbeidet med å besvare problemstillingen har følgende fire forskningsspørsmål ligget til grunn:

1. *Hvilke utfordringer finnes i dagens fremdriftsplanlegging?*
2. *Hvilke faktorer og forutsetninger påvirker fremdriftsplanleggingen?*
3. *Hvordan kan og bør fremdriftsplanlegging gjennomføres basert på tilgjengelig teori?*
4. *Hva er god praksis for fremdriftsplanlegging i dagens byggebransje?*

Forskningsspørsmål 1 er besvart gjennom litteraturstudium, casestudier med ustrukturerte intervju, samt fokuserte intervjuer. Forskningsspørsmål 2 er besvart gjennom fokuserte intervjuer og casestudier i form av ustrukturerte intervjuer. Forskningsspørsmål 3 er besvart gjennom litteraturstudium. Forskningsspørsmål 4 er besvart gjennom casestudier i form av dokumentstudier og ustrukturerte intervjuer, samt fokuserte intervjuer for utdypninger innen spesielle tema.

Utfordringer i dagens fremdriftsplanlegging og håndteringen av disse er undersøkt for å danne et utgangspunkt for utarbeidelsen av en god prosess for fremdriftsplanlegging. De identifiserte utfordringene handler i hovedsak om totalentreprenørens håndtering av prosjektgrunnlag og -forutsetninger, beslutningtakere, selve fremdriftsplanleggingen, samt fremdriftsstyring og -oppfølging. Blant viktige forhold og forutsetninger som påvirker fremdriftsplanlegging finner vi kontrakten mellom entreprenør og byggherre, lover, regler og offentlig saksbehandling, tegningsgrunnlag og beskrivelser, kalkyle og prosjektnedbrytningsstruktur samt en rekke lokale

forhold. En god prosess for fremdriftsplanlegging er utarbeidet med tanke på å håndtere utfordringene og hensynta forutsetningene.

I vurderingen av hva som er god praksis for fremdriftsplanlegging er følgende kriterier lagt til grunn; god praksis løser utfordringer i dagens fremdriftsplanlegging og god praksis bidrar til prosjektsuksess. Et av de mest fremtredende prinsippene identifisert som god praksis er detaljeringsgrad i en plan i forhold til tidsrommet planen dekker for å øke sikkerheten i planen. Dette sikres gjennom et planhierarki der en omforent hovedfremdriftsplan er det overordnede dokumentet som danner grunnlag for mer detaljerte og kortsiktige produksjonsplaner. Planhierarkiet og planstrukturen som benyttes i et prosjekt bør samsvare med prosjektets overordnede nedbrytningsstruktur som også bør samsvare med kalkylestrukturen for enklere oppfølging og estimering av arbeidsomfang og følgelig tidsetting av aktiviteter. En nedbrytningsstruktur som hensyntar byggets geografiske inndeling viser seg også å bidra til oppfyllelsen av det ovennevnte prinsippet. Videre anses fremdriftsplaner som legger opp til fokus på kontinuerlig produksjonsflyt som god praksis. Planlegging som involverer personene som står nærmest mulig aktivitetene som planlegges trekkes også frem som god praksis. Dette fordi det sikrer personenes eierskap til planen, gir mer pålitelige planer og effektiviserer kommunikasjonen i prosjektet. En slik involvering kan sikres gjennom en effektiv møttestruktur og bidrar også til å sikre produksjonen fra potensielle hindringer. God fremdriftsstyring og -oppfølging trekkes frem som en suksessfaktor i byggeprosjekter og den ovennevnte praksisen bidrar til en enklere styring og oppfølging. Oversikt over tilgjengelig flyt i prosjektet og bevisst bruk av buffere kan også bidra til dette.

Med utgangspunkt i dagens fremdriftsplanlegging har vi i lys av de identifiserte utfordringene og faktorene som bidrar til prosjektsuksess identifisert god praksis fra litteratur og bransje. Den gode praksisen er samlet i en prosessmodell for fremdriftsplanlegging. Prosessmodellen forholder seg til Bygg21 sitt rammeverk for beskrivelse av byggeprosessen, *Neste Steg*. Prinsipper i dette rammeverket, som konkrete faser som avgrenses av informasjonsleveranser og forståelsen av byggeprosessen som en flyt av informasjon mellom aktører og faser, er benyttet i prosessmodellen. Dette er gjort fordi vi ønsker å bidra til en produktivitetsøkning i byggebransjen gjennom effektivisering og kvalitetsheving av dagens fremdriftsplanlegging. Vi mener at en prosessmodell som forholder seg til resultatet av bransjens samlede initiativ for produktivitetsøkning, som jo er hensikten med Bygg21 og *Neste Steg*, er et steg i denne retningen. Den endelige prosessmodellen beskriver fremdriftsplanleggingen fra kontraktsignering til overlevering gjennom tre faser og fire informasjonsleveranser. Modellen tar også høyde for produksjonsfasens iterative natur der møtестrukturen styrer en syklus av planlegging, styring, oppfølging og replanlegging. Den komplette prosessmodellen er forklart og utdypet i en veileder for å øke tilgjengeligheten for byggebransjen.



## English summary

Where other Norwegian industries have experienced an increase in productivity, the construction industry has experienced a reduction. Both repeated and significant delays are shown in the industry, and the literature confirms that most planners are self-taught, and that they have gained scheduling experience throughout a long career. The literature points out the importance of organizational learning and transfer of experience after projects are completed. Today's planners holds large amounts of silent knowledge and there is a great potential in making this explicit to stimulate further development of the scheduling discipline. The purpose of this thesis is to increase the awareness of scheduling in the norwegian construction industry and contribute to the continuous improvement of current practice, although with a clear basis in today's working methods. The problem to be addressed is:

*What is a good process for scheduling?*

The work has been done in cooperation with Betonmast Innlandet AS and Ø.M. Fjeld AS. Prior to the work, these companies had a clear wish on concrete and easy-to-use results. The companies wanted a handbook based on today's way of scheduling with a continuous improvement of current practice. To assist the work, the four following research questions have been used:

- 1. Which challenges are present in today's scheduling?*
- 2. Which factors and prerequisites affects the scheduling?*
- 3. How can and should scheduling be conducted based on available theory?*
- 4. What is good practice for scheduling in today's construction industry?*

Research question 1 has been answered using both literature studies and case studies with unstructured interviews, as well as focused interviews. Research question 2 is answered using both focused interviews and case studies in the form of unstructured interviews. Research question 3 is answered by the use of a literature study. Research question 4 has been answered using both case studies in the form of document studies and unstructured interviews, as well as focused interviews to cover specific topics.

Challenges in today's scheduling and how these are handled have been investigated to form a basis for the identification of a good process for scheduling. The identified challenges concerns the main contractor's handling of project information and prerequisites, decision makers, the scheduling itself as well as schedule management and follow-up. Among the important factors and prerequisites that affects the scheduling, we find the contract between the contractor and the project owner, laws, rules and public administration, drawings and descriptions, cost estimates and project breakdown structure as well as a variety of local conditions. A good

process for scheduling has been developed in the means of handling these challenges as well as consider these prerequisites.

In assessing what is good practice for scheduling, the following criteria are used; good practice addresses challenges in today's scheduling and good practice contributes to project success. One of the most prominent principles identified as good practice is the degree of detail in a plan relative to the timespan of the plan which aims to improve plan reliability. This is ensured by a system of plans where a main schedule is the overall document which forms the basis for more detailed and short-term production plans. The system of plans as well as the structure within the plans should correspond to the overall breakdown structure of the project, which also should correspond to the structure of the cost estimates, making follow-up and estimation of workload easier. A breakdown structure that takes into account a geographical division of the building proves to contribute to the fulfillment of the above-mentioned principle. Scheduling that involves the people closest to the field is also featured as good practice. This because it ensures people's ownership to the plan, provides more reliable plans and streamlines communication in the project. Such involvement can be ensured through an effective system of meetings and the involvement also helps shielding the production from potential barriers. Good schedule management and follow-up is emphasized as a success factor in construction projects and the practice discussed above simplifies management and follow-up. An overview of available float in the project and the conscious use of buffers can also contribute to this.

Based on today's way of scheduling, we have identified good practice from literature and industry concerning the identified challenges and factors that contribute to project success. The good practice is gathered in a process model for scheduling. The process model relates to Bygg21's framework for description of the construction process, *Neste Steg*. Principles in this framework, such as discrete phases defined by information deliveries and understanding of the construction process as a flow of information between participants and phases, have been used in the process model. This is done to contribute to a productivity increase in the construction industry through improvement of the efficiency and quality of today's scheduling. We believe that a process model that relates to the results of the industry's overall productivity growth initiative, which is the purpose of Bygg21 and *Neste Steg*, is a step in this direction. The final process model describes the scheduling from the contract is signed to delivery of the project through three phases and four information deliveries. The model also takes into account the iterative nature of the production phase, where the meeting structure controls a cycle of planning, management, follow-up and re-planning. The complete process model is explained in a handbook to increase accessibility for the construction industry.

# Innhold

Forord .....	i
Sammendrag .....	iii
English summary .....	v
Innhold.....	vii
Tabelliste.....	xi
Figurliste .....	xi
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Oppgavebeskrivelse .....	3
1.3 Målformulering og problemstilling .....	4
1.3.1 Målformulering.....	4
1.3.2 Problemstilling .....	4
1.3.3 Forskningsspørsmål .....	5
1.4 Omfang og avgrensninger .....	6
1.5 Beskrivelse av oppgavens oppbygging.....	7
2 Metode .....	9
2.1 Kvantitativ og kvalitativ forskningsmetode.....	9
2.1.1 Kvantitative forskningsmetoder .....	9
2.1.2 Kvalitative forskningsmetoder .....	10
2.2 Metodevalg .....	12
2.2.1 Litteraturstudium .....	14
2.2.2 Casestudier .....	15
2.2.3 Fokuserte intervjuer .....	17
2.3 Beskrivelse av valgte forskningsmetoder.....	17
2.3.1 Litteraturstudium .....	17
2.3.2 Casestudier .....	22
2.3.3 Fokuserte intervjuer .....	25
2.3.4 Bearbeiding og analyse av data .....	25
2.4 Feilkilder i metoden .....	26
2.4.1 Feilkilder ved litteraturstudiet .....	26
2.4.2 Feilkilder ved casestudiene.....	26
2.5 Kvalitetssikring av data .....	27
2.5.1 Reliabilitet .....	27
2.5.2 Validitet.....	28

3 Teori.....	29
3.1 Prosjektet som arbeidsform .....	30
3.1.1 Prosjektsuksess.....	31
3.1.2 Samarbeid og kommunikasjon i byggeprosjekter.....	32
3.1.3 Erfaringsoverføring og læring .....	34
3.2 Organisering av byggeprosjekter .....	35
3.2.1 Roller .....	35
3.2.2 Kontraktstrategi.....	37
3.2.3 Organisering av byggeprosjekter som totalentrepriser .....	40
3.3 Prosjektmodeller .....	41
3.3.1 Neste Steg.....	43
3.4 Grunnlag for fremdriftsplanlegging .....	44
3.4.1 Work Breakdown Structure (WBS) .....	44
3.4.2 Lowverk og offentlige forhold som påvirker fremdriftsplanleggingen .....	45
3.5 Praksis for fremdriftsplanlegging .....	46
3.5.1 Planhierarki .....	46
3.5.2 Fremdriftsplanlegging i tiden mellom kontraktsignering og produksjonsstart.....	48
3.5.3 Fremdriftsplanlegging i produksjonsfasen .....	49
3.5.4 Aktiviteter i fremdriftsplanene .....	51
3.5.5 Flyt.....	54
3.5.6 Buffere .....	55
3.6 Metoder for fremdriftsplanlegging .....	56
3.6.1 Gjøremålsliste .....	56
3.6.2 Gantt-diagram .....	57
3.6.3 Nettverksdiagram .....	58
3.6.4 Critical Path Method (CPM) .....	60
3.6.5 Program Evaluation and Review Technique (PERT).....	60
3.6.6 Skråstrekplanlegging .....	61
3.6.7 Critical Chain Project Management (CCPM) .....	62
3.6.8 Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) og 4D planlegging .....	64
3.7 Fremdriftsplanlegging basert på prinsippene i Lean produksjon .....	65
3.7.1 Prinsipper for Lean produksjon .....	65
3.7.2 Taktplanlegging.....	68
3.7.3 Last Planner System (LPS) .....	68
3.7.4 Virtual Design and Construction (VDC) .....	70

3.8	Utfordringer som fremkommer i fremdriftslitteraturen.....	71
4	Empiri.....	75
4.1	Forutsetninger for planlegging.....	75
4.1.1	Kontrakt .....	76
4.1.2	Prosjektspesifikke forhold.....	76
4.1.3	Rammetillatelse og igangsettingstillatelse.....	78
4.1.4	Tegningsgrunnlag .....	79
4.1.5	Kalkyle .....	81
4.1.6	Prosjektadministrasjonen .....	82
4.1.7	Byggherre.....	83
4.2	Hovedfremdriftsplanlegging.....	84
4.2.1	Deltakere i planleggingen .....	84
4.2.2	Prosjektnedbrytning og planstruktur .....	85
4.2.3	Fastsettelse av aktivitetsvarighet .....	90
4.2.4	Bruk av buffere .....	92
4.2.5	Planlegging for god produksjonsflyt.....	93
4.2.6	Planleveranser .....	94
4.3	Produksjonsplanlegging.....	95
4.3.1	Plangrunnlag for produksjonsfasen.....	96
4.3.2	Fremdrifts- og produksjonsplaner .....	97
4.3.3	Planleggingsprosesser .....	99
4.3.4	Fastsettelse av aktivitetsvarighet .....	101
4.3.5	Avvik fra planen .....	102
4.3.6	Prinsipper i produksjonsplanlegging .....	103
4.4	Utfordringer i dagens fremdriftsplanlegging.....	104
4.4.1	Byggherre.....	104
4.4.2	Prosjekterende og arkitekt.....	105
4.4.3	Underentreprenør/-leverandør.....	106
4.4.4	Brukere.....	106
4.4.5	Totalentreprenør .....	107
5	Diskusjon .....	109
5.1	Hvilke utfordringer finnes i dagens fremdriftsplanlegging? .....	109
5.1.1	Totalentreprenørens vurdering av grunnlag og forutsetninger for planlegging....	110
5.1.2	Totalentreprenørens håndtering av beslutningstakere .....	111
5.1.3	Totalentreprenørens fremdriftsplanlegging .....	112

5.1.4 Totalentreprenørens fremdriftsstyring og -oppfølging .....	113
5.2 Hvilke faktorer og forutsetninger påvirker fremdriftsplanleggingen? .....	114
5.2.1 Kontrakten mellom totalentreprenør og byggherre .....	114
5.2.2 Lover, regler og offentlig saksbehandling .....	115
5.2.3 Tegninger og beskrivelser .....	116
5.2.4 Kalkyle og prosjektnedbrytning .....	116
5.2.5 Andre forhold og oppsummering .....	117
5.3 Utførelse av fremdriftsplanlegging etter forskningsspørsmål 3 og 4.....	118
5.3.1 Hvordan identifiseres god praksis? .....	118
5.3.2 Planhierarki .....	120
5.3.3 Prosjektnedbrytningsstruktur .....	121
5.3.4 Hovedfremdriftsplan .....	123
5.3.5 Langsiktige produksjonsplaner .....	126
5.3.6 Kortsiktige produksjonsplaner .....	128
5.3.7 Møtestruktur .....	129
5.3.8 Fremdriftsstyring og oppfølging .....	131
5.4 Hva er en god prosess for fremdriftsplanlegging? .....	133
6 Konklusjon .....	141
7 Introduksjon av <i>Veileder til en god prosess for fremdriftsplanlegging i totalentrepriser</i> .....	145
8 Videre arbeid .....	147
Referanseliste .....	149
Vedlegg .....	155

## Vedlegg

Vedlegg 1 – Intervjuguide 1

Vedlegg 2 – Intervjuguide 2

Vedlegg 3 – Intervjuguide 3

Vedlegg 4 – Intervjuguide 4

Vedlegg 5 – Helsides figur av prosessmodell

Vedlegg 6 – Veileder til en god prosess for fremdriftsplanlegging i totalentrepriser

## Tabelliste

Tabell 1. Målhierarki .....	4
Tabell 2. Oversikt over metodene benyttet for å besvare de ulike forskningsspørsmålene ....	13
Tabell 3. Søkeordene som i hovedsak er benyttet i litteratursøket .....	20
Tabell 4. Kriteriene for kvalitetsvurdering av litteraturen .....	22
Tabell 5. Temaene i de ulike intervjuguidene.....	24
Tabell 6. Forkortelser for relasjoner tilknyttet CPM.....	60
Tabell 7. Produksjonsrate og varighet.....	61

## Figurliste

Figur 1. Oppgavens oppbygging .....	7
Figur 2. Oversikt over intervjuene i casestudiene .....	23
Figur 3. Kontraktstrategier i gjennomføringsfasen .....	38
Figur 4. Prosjektmodell med faser, beslutningspunkter og dokumentasjonskrav .....	42
Figur 5. Statsbygg sin prosjektmodell .....	42
Figur 6. Illustrasjon av modell for gjennomføring av statlige byggeprosjekter .....	42
Figur 7. Rammeverket Neste Steg.....	43
Figur 8. Input/output-tankegangen i Neste Steg.....	44
Figur 9. Aktivitetsbasert prosjektnedbrytning .....	45
Figur 10. Tankeprosessen i fremdriftsplanleggingen .....	53
Figur 11. Eksempel på gjøremålsliste .....	56
Figur 12. Typisk fremdriftsplan basert på Gantt-diagram med nettverksplanlegging .....	57
Figur 13. Eksempel på AOA-nettverk .....	58
Figur 14. Eksempel på AON-nettverk.....	58
Figur 15. Presedensnettverk.....	59
Figur 16. Skråstrekkdiagram .....	62
Figur 17. Illustrasjon av Critical Chain Project Management (CCPM) .....	63
Figur 18. Eksempel på taktplan .....	68
Figur 19. Last Planner System (LPS) .....	69
Figur 20. Eksempel på plannivåer .....	85
Figur 21. Entreprenørens fremdriftplanlegging i kontekst av Neste Steg.....	134
Figur 22. Prosessmodell med faseinndeling .....	135
Figur 23. Prosessmodell med informasjonsleveranser og oppgaver og aktiviteter .....	136
Figur 24. Prosessmodell med planleggingsløkke og møter .....	137
Figur 25. Prosessmodell for fremdriftsplanlegging .....	138
Figur 26. Komplette modell for fremdriftsplanlegging .....	143





*«Although the subject of planning and scheduling is a 'mature' academic subject and the basics well established, as with all aspects of construction practice, the requirements of the construction client and demands of the industry continually require a re-assessment of current practice.»*

Professor Li Baizhan, Chongqing University (sitert i Baldwin og Bordoli, 2014)



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Stortingsmelding 28 «Gode bygg for et bedre samfunn» (Meld. St. 28 (2011-2012), s.27-28) hevder det har vært en svak produktivitsutvikling i byggebransjen. Der andre norske næringer har hatt en økende produktivitsutvikling har byggenæringen siden 1990-tallet opplevd en nedgang i produktivitsnivået. Fra Regjeringens side uttrykkes det et ønske om kompetanseheving i bransjen for å øke produktiviteten, og Bygg21 er et tiltak til denne politikken. Dette er et samarbeid mellom byggebransjen og myndighetene, og skal legge til rette for at næringen bedre kan løse utfordringer knyttet til bærekraft, produktivitet og kostnadsutvikling (Bygg21, u.å.). Da produktivitsøkning handler om å få mer utbytte av de investerte ressurser (Langlo mfl., 2013), er det naturlig å undersøke hvordan man kan påvirke byggeprosjekter for å bidra til dette.

Byggeprosjekters ressursutnyttelse har nær sammenheng med de tre parameterne i *The Iron Triangle*; tid, kostnad og kvalitet (Atkinson, 1999). Dersom man kan forbedre en av disse aspektene uten at det går på bekostning av de andre vil utbyttet øke uten at det konsumeres mer ressurser. KPMG (Armstrong, 2015) sin globale undersøkelse av byggebransjen viser at kun en fjerdedel av byggeprosjekter fullføres innenfor den planlagte tiden. Det er en gjenganger at ulike studier kan dokumentere store forsinkelser i byggebransjen, så som Al-Momani (2000) og Assaf og Al-Hejji (2006). Zwikael (2009) understreker viktigheten av planlegging i ethvert prosjekt og hvordan dette spiller inn som en vesentlig suksessfaktor. Zwikael og Globerson (2006) trekker frem utarbeidelsen av en fremdriftsplan som en vesentlig suksessfaktor i byggeprosjekter.

Det ovennevnte kan tyde på at det finnes stort forbedringspotensiale i tidsaspektet av *The Iron Triangle*. Tiden i byggeprosjekter styres gjennom fremdriftsplanlegging og -oppfølging og mye tyder på at fremdriftsplanlegging i byggebransjen er et svært erfaringspreget fagområde uten vesentlig teoretisk forankring. Dette er noe som understrekes av Baldwin og Bordoli (2014) som påstår de fleste som driver med fremdriftsplanlegging er selvlærte. De påpeker at fremdriftsplanleggerne har opparbeidet seg erfaringen og ferdighetene ved nettopp å fremdriftsplanlegge over lang tid uten utpreget teoretisk opplæring og forankring. Professor Li Baizhan skriver i forordet til boken *Handbook for Construction Planning and Scheduling*:

*«Although the subject of planning and scheduling is a 'mature' academic subject and the basics well established, as with all aspects of construction practice, the requirements of the construction client and demands of the industry continually require a re-assessment of current practice.»*

Professor Li Baizhan, Chongqing University (sitert i Baldwin og Bordoli, 2014)

Li Baizhan påpeker her behovet for en kontinuerlig revurdering av dagens praksis, og arbeidet vi gjennomførte i prosjektoppgaven høsten 2016 er et bidrag til dette arbeidet. I prosjektoppgaven undersøkte vi graden av samsvar mellom teori og praksis i deler av byggebransjen. Vi kartla påfallende likheter i fremdriftsplanleggingen innad i den undersøkte delen av bransjen, men samtidig avvik fra planleggingsteorien. Det er tydelig at den undersøkte delen av bransjen i stor grad er enige om hvordan de best kan fremdriftsplanlegge og man kan dermed ikke avfeie den tradisjonelle måten for fremdriftsplanlegging. Samtidig er den svake forankringen i den nyeste planleggingsteorien påfallende, og i arbeidet med prosjektoppgaven dukket følgende spørsmål opp:

*Er dagens praksis for fremdriftsplanlegging gammel vane eller beste praksis?*

Vi anser dette som et svært betimelig spørsmål på bakgrunn av sitatet til professor Li Baizhan og det ovennevnte, og samlet sett understrekes behovet for kontinuerlig undersøkelse og videreutvikling av dagens fremdriftsplanlegging. Det kan være at dagens planlegging kun er gammel vane, men det kan like fullt være at dagens planlegging faktisk er den beste praksisen for fremdriftsplanlegging. Det konkrete svaret på spørsmålet anses ikke som spesielt viktig, men spørsmålet åpner for en gjennomgang av både teori og praksis for fremdriftsplanlegging. I alle tilfeller ser det ut til at det er behov for en konkretisering og verifisering av den beste praksisen for fremdriftsplanlegging, uavhengig av om denne har sitt utspring i teori eller praksis.

I prosjektoppgaven utarbeidet høsten 2016 ble det kartlagt utfordringer i fremdriftsplanleggingen hos de forespurte entreprenørene:

- Mye av fremdriftsplanleggingen overlates til anleggsleder alene og baserer seg på anleggslederens erfaring.
- For lite tid til erfaringsoverføring. Dette gjelder både fremdriftsplanleggerne seg i mellom, men også erfaringsoverføring mellom de ulike prosjektene innad i bedriften.
- Koordineringen mellom de prosjekterende er til tider mangelfull til tross for kontraktsfestede krav. Dette gjelder spesielt koordineringen av tekniske fag. I tillegg forekommer det ofte forsinkede leveranser av arbeidstegninger som fører til venting og stopp i produksjonen.
- Manglende eller sene beslutninger fra byggherre og prosjekterende kan føre til tidspress hos totalentreprenøren. Dette presset medfører dårlig planlegging, som igjen kan gå utover ønsket om rasjonell drift og produksjon etter planlagt fremdrift.

## 1.2 Oppgavebeskrivelse

Gjennom denne oppgaven skal vi bidra til oppfyllelse av Regjeringens ønske om produktivitetsforbedring og kompetanseheving i norsk byggebransje ved å identifisere og samle god praksis, fra både teori og byggebransje, i søken etter den beste praksisen for fremdriftsplanlegging. Oppgaven skal dermed bevisstgjøre bransjen de forbedringsmuligheter som ligger i fremdriftsplanlegging, men med et tydelig utgangspunkt i dagens arbeidsmåte.

I oppgaven skal det i grove trekk redegjøres for tilgjengelig teori innen fagfeltet fremdriftsplanlegging, herunder metoder, prosesser og verktøy. Det vil også redegjøres for generell prosjektteori som er nødvendig for å forstå hvordan byggeprosjekter organiseres.

Oppgaven skrives i samarbeid med bedriftene Ø.M.Fjeld AS og Betonmast Innlandet AS, avdeling Hamar. I disse bedriftene skal dagens arbeidsmåte for fremdriftsplanlegging undersøkes og oppgaven skal redegjøre for disse undersøkelsene.

Redegjørelsen for teori og undersøkelsene av dagens fremdriftsplanlegging skal i oppgaven sammenlignes og drøftes for å identifisere eksempler på god praksis for fremdriftsplanlegging.

Forut for arbeidet med oppgaven fremkom det et klart ønske fra samarbeidsbedriftene om konkrete og lett anvendelige resultater. Dette begrunnes med at dagens litteratur på området i stor grad består av tunge lærebøker, ofte på engelsk, som de færreste verken har tid eller motivasjon til å lese i en hektisk hverdag. Bedriftene ønsket en veileder som tok utgangspunkt i dagens arbeidsmåte uten radikale endringer, men snarere en gradvis forbedring av dagens praksis. Vi vil etterkomme dette ønsket ved å utarbeide en veileder for fremdriftsplanlegging. Denne skal beskrive en prosess for fremdriftsplanlegging som representerer beste praksis basert på en vurdering av teori og undersøkelser i bransjen. Oppgaven skal oppsummere og dokumentere arbeidet som fører frem til denne veilederen slik at oppgaven og veilederen vil utfylle hverandre.

## 1.3 Målformulering og problemstilling

For at et forskningsarbeid skal oppnå et mål er en problemstilling til stor hjelp. Et problem er ifølge Dalland (2012) en undring, formulert som et spørsmål, som man ønsker å finne svar på. Dette kapittelet vil presentere målene for oppgaven, problemstillingen som skal hjelpe oss å nå målene, samt fire konkrete forskningsspørsmål som direkte vil styre arbeidet.

### 1.3.1 Målformulering

Ifølge Samset (2008) skal mål benyttes til å definere retning og spesifisere hva som ønskes oppnådd og definerer derfor viktige suksesskriterier for arbeidet. Med arbeidet ønsker vi å utarbeide et forslag til en veileder som beskriver en god prosess for fremdriftsplanlegging i byggebransjen. Vi håper veilederen kan skape økt bevissthet rundt fremdriftsplanlegging og bidra til den kontinuerlige forbedringen av dagens praksis. Alt i alt skal oppgaven være et bidrag til den produktivitetsøkningen og kompetansehevingen i norsk byggebransje som etterspørres både av bransjen selv, men også av Regjeringen. Til slutt ønsker vi selv, som en fremtidig del av byggebransjen, å bli gode på fremdriftsplanlegging gjennom å lære av teori og byggebransje. Basert på dette, bakgrunnen for arbeidet og oppgavebeskrivelsen er målene i Tabell 1 definert for det videre arbeidet.

Tabell 1. Målhierarki

Samfunns mål	
Øke produktiviteten i byggebransjen	
Effekt mål	Resultat mål
Skape økt bevissthet rundt fremdriftsplanlegging og kontinuerlig forbedring av dagens praksis.	Et forslag til en veileder som beskriver en god prosess for fremdriftsplanlegging i byggebransjen.
Som en fremtidig del av byggebransjen ønsker vi selv å bli gode på fremdriftsplanlegging gjennom å lære av teori og byggebransje.	

### 1.3.2 Problemstilling

Gjennom arbeidet med prosjektoppgaven høsten 2016 syntes det tegn på at mange bransjeutøvere utfører relativt tilsvarende fremdriftsplanlegging, men med ulike utgangspunkt i form av erfaring, utdanning og bakgrunn. Det ble også påvist en manglende forankring av det daglige virke i planleggingsteorien og den undersøkte fremdriftsplanleggingen viste seg i stor grad å være basert på lang erfaring. Sammen med de omtalte produktivitetsutfordringene har også spørsmålet om dette bare er gammel vane eller rett og slett den beste praksisen ført til en undring rundt hva som virkelig er den beste praksisen for fremdriftsplanlegging i byggebransjen. Basert på dette, egne erfaringer og samtaler med akademia og bransje har vi formulert følgende problemstilling for masteroppgaven:

*Hva er en god prosess for fremdriftsplanlegging?*

### 1.3.3 Forskningsspørsmål

Hensikten med forskningsspørsmålene er å utdype problemstillingen og sikre forankring av denne i oppgavens ulike deler. Vi har formulert følgende fire forskningsspørsmål som vi ønsker å besvare:

1. *Hvilke utfordringer finnes i dagens fremdriftsplanlegging?*

I prosjektoppgaven gjennomført høsten 2016 ble det identifisert flere utfordringer i fremdriftsplanlegging, både i litteraturen og fra bransjen selv. Supplerende undersøkelser anses som nødvendig for å sikre en bredere dekning av utfordringer i dagens fremdriftsplanlegging. Dersom utfordringene i dagens planlegging identifiseres og løses er det liten grunn til å tro at morgendagens planlegging blir noe dårligere.

2. *Hvilke faktorer og forutsetninger påvirker fremdriftsplanleggingen?*

Fremdriftsplanlegging er en kompleks prosess som påvirkes av flere faktorer og forutsetninger. Disse antas avgjørende for kvaliteten i planleggingen. Dette forskningsspørsmålet søker å avdekke de forholdene som påvirker fremdriftsplanleggingen slik at den gode prosessen for fremdriftsplanlegging kan baseres på et godt grunnlag.

3. *Hvordan kan og bør fremdriftsplanlegging gjennomføres basert på tilgjengelig teori?*

Prosjektoppgaven høsten 2016 viste at det finnes mye litteratur om fremdriftsplanlegging, men at det ikke var særlig grad av samsvar mellom denne litteraturen og dagens fremdriftsplanlegging. For å kunne si noe om hva som er en god prosess for fremdriftsplanlegging er det nødvendig med en oversikt over det teoretiske grunnlaget for temaet, samt hva som trekkes frem som god praksis i litteraturen.

4. *Hva er god praksis for fremdriftsplanlegging i dagens byggebransje?*

For å beskrive en god prosess for fremdriftsplanlegging med utgangspunkt i dagens planlegging er det nødvendig med en oversikt over hva som gjøres i byggebransjen i dag, samt hva som fungerer godt og hva som har forbedringspotensial.

## 1.4 Omfang og avgrensninger

Oppgavens omfang er å anse som sammenfallende med det som fremkommer av problemstillingen og forskningsspørsmålene. Likevel er det enkelte avgrensninger som bør nevnes spesielt. En viktig avgrensning er at undersøkelsene til oppgaven gjennomføres på leilighetsprosjekter organisert som totalentrepriser. Dette er en avgrensning mot resten av byggebransjen gjort for å sikre sammenlignbarhet mellom studieobjekter. Avgrensningen mot andre entreprisformer gir også god oversikt over hvem som har ansvaret for fremdriftsplanleggingen i de undersøkte prosjektene. Resultatet er likevel ment å kunne overføres til andre entreprisformer og prosjekttyper, dog må endrede ansvarsforhold tas med i vurderingen.

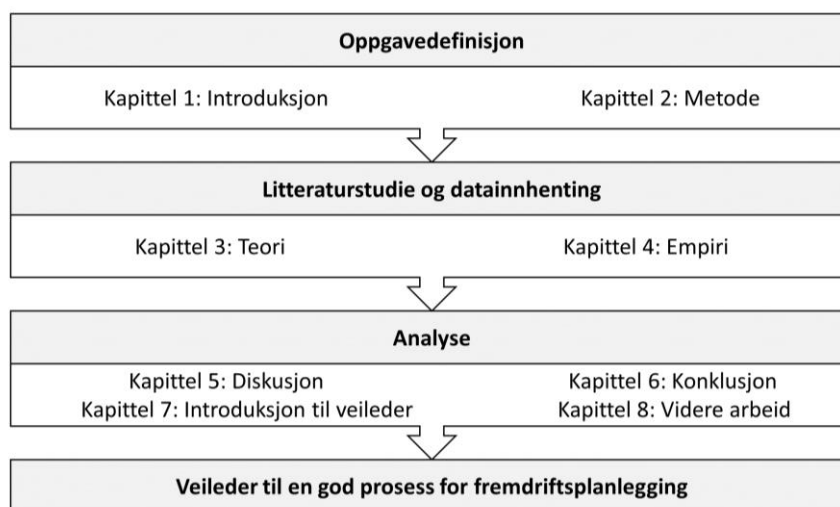
I tillegg til dette vil undersøkelsen begrenses til prosjekter hvor totalentreprenøren har egenproduksjon innen tømmer og/eller betong. Dette for å sikre at totalentreprenøren i størst mulig grad er involvert i prosessene knyttet til fremdriftsplanlegging på alle plannivåer. Oppgaven er avgrenset i forhold til byggeprosjekters totale livsløp i forhold til at oppgaven omhandler tiden fra kontraktsignering mellom totalentreprenør og byggherre og frem til overleveringen. Anbudsfasen er følgelig utelatt i likhet med eventuelle arbeider som måtte foregå etter overlevering. Denne avgrensningen har sin bakgrunn i at det er i dette tidsrommet totalentreprenøren i all hovedsak gjennomfører fremdriftsplanleggingen.

Oppgaven avgrenses med tanke på å gi størst relevans for norsk byggebransje. Dette i form av undersøkelser gjennomført i norske entreprenørselskaper, samt at oppgaven skrives på norsk.



## 1.5 Beskrivelse av oppgavens oppbygging

Opgavens oppbygging er illustrert i Figur 1. Som vi kan se av figuren innledes oppgaven med en oppgavedefinisjon som introduserer arbeidet og beskriver forskningsmetodene som er benyttet i arbeidet. Oppgavens teoridel presenteres i kapittel 3 og det redegjøres i kapittel 4 for resultatene av undersøkelsene gjennomført i byggebransjen. I kapittel 5 drøftes funnene fra litteratur og undersøkelse og forskningsspørsmålene og problemstillingen besvares. Kapittel 6 setter punktum for oppgaven gjennom en konklusjon og introduksjon av veilederen til en god prosess for fremdriftsplanlegging i kapittel 7. I kapittel 8 presenteres forslag til videre arbeid.



Figur 1. Oppgavens oppbygging

(blank side)

## 2 Metode

*«En metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener dette formålet, hører med i arsenalet av metoder.»*

Vilhelm Aubert, sosiolog (sitert i Dalland 2012, s.111)

En metode hjelper oss med å samle inn dataene vi trenger (Dalland, 2012). Ifølge Larsen (2007) dreier metodene seg om hvordan vi innhenter, tolker og organiserer informasjonen, og følgelig vil det være av vesentlig betydning å gjøre seg kjent med hva som ønskes av undersøkelsen før endelig metode for datainnhenting avgjøres. I dette kapitlet redegjøres det derfor først for generelle forskningsmetoder før metodevalg og metodisk tilnærming til arbeidet presenteres. Feilkilder og kvalitet i de benyttede metodene vil også vurderes.

### 2.1 Kvantitativ og kvalitativ forskningsmetode

Det er vanlig å skille mellom to typer forskningsmetoder; kvantitativ og kvalitativ metode (Larsen, 2007). Larsen påpeker at metodevalget avhenger av spørsmålene som skal besvares, og at metodevalget derfor avhenger av hva som ønskes oppnådd med undersøkelsen. I det følgende redegjøres det kort for kvantitative og kvalitative forskningsmetoder, samt fordeler og ulemper ved bruken av metodene.

#### 2.1.1 Kvantitative forskningsmetoder

Kvantitative forskningsmetoder gir data i form av målbare enheter (Dalland, 2012), og ifølge Larsen (2007) kalles dataene *harddata* ettersom de ofte kan telles opp. Videre mener Dalland at kvantitative metoder tilstreber en eksakt avspeiling av variasjonene, og innhenter et lite antall opplysninger om mange undersøkelsesenheter. Typisk for denne metoden er spørreskjema med faste svaralternativer, og datainnsamling som foregår uten direkte kontakt med feltet. Kvantitativ metode legger stor vekt på presisjon og dette gir ifølge Samset (2014) stor grad av etterprøvbarehet. Generalisering og samsvar i dataene er viktige målsettinger ved bruk av en kvantitativ metode for å oppnå den nevnte presisjon og etterprøvbarehet.

Eksempler på kvantitative forskningsmetoder er ifølge Larsen (2007):

- **Strukturerte intervjuer** er intervjuer der spørsmålene presenteres med standard tekst, rekkefølge og svaralternativer.
- **Standardiserte intervjuer** bygger på de samme prinsippene som strukturerte intervjuer, men det er ikke faste svaralternativer.
- **Enquêtes** omtales vanligvis som spørreskjema. Respondenten, altså personen som besvarer spørreskjemaet, leser spørsmålene selv og noterer svarene på spørreskjemaet. Det kan være både lukkede og åpne spørreskjemaer avhengig av om det er avkrysning eller svar formulert av respondenten selv.

Larsen (2007) legger frem ulike fordeler og ulemper med kvantitative metoder. En klar fordel er at informasjonsmengden kan reduseres til akkurat det forskeren er interessert i. Dette oppnås ved å lage spørsmålene på forhånd, eller ved å avgrense spørsmålene respondenten skal svare på ved bruk av spørreskjema. På denne måten får man stilt nøyaktig de samme spørsmålene til hver enkelt respondent, og dette kan gi et verdifullt grunnlag for generalisering av svarene. Med spørreskjema trenger ikke forskeren å oppsøke respondenten personlig, og dersom spørreskjemaene i tillegg er anonyme kan det være enklere å få ærlige svar.

Ulempene som Larsen (2007) trekker frem er hvordan sjansene for feiltolkninger og feilslutninger øker med bruken av kvantitative metoder. Ved bruk av for eksempel spørreskjemaer som sendes ut til respondentene får vi ikke stilt eventuelle oppfølgingsspørsmål som kan øke validiteten. I tillegg til dette trekker Larsen frem hvordan unøyaktigheter raskt kan oppstå dersom man behandler store mengder tallmateriale. Samlet sett kan dette gjøre at vi trekker konklusjoner på feil eller tynt grunnlag og dette kan føre til at reliabiliteten til undersøkelsen minker. Gode forberedelser er dermed viktig slik at man stiller de riktige spørsmålene med de rette formuleringene.

### 2.1.2 Kvalitative forskningsmetoder

De kvalitative forskningsmetodene observerer meninger og opplevelser som ikke kan tallfestes, og forskeren har stor betydning for prosessen og følgelig resultatet (Dalland, 2012). De kvalitative metodene har som mål å få frem det som er spesielt eller avvikende i dataene. De skal formidle forståelse av fenomenet i tillegg til å samle mange opplysninger om få undersøkelsesenheter. Informasjonsinnhentingene baserer seg i stor grad på fleksibilitet, og et intervju uten faste svaralternativer er et eksempel på dette. Metoden bygger på nærhet til feltet, der forskeren ser fenomenet innenfra (Dalland, 2012).

Videre har Larsen (2007) blant annet følgende eksempler på kvalitative forskningsmetoder:

- **Strukturert intervju** bruker et forhåndslaget intervjueskjema med ferdig formulerte spørsmål, der spørsmålene stilles i samme rekkefølge til alle intervjupersonene.
- **Ustrukturert intervju** bruker en intervjuguide som en veiledning under intervjuet. Den som intervjuer skal ikke styre intervjuet i for stor grad, men har mulighet til å stille oppfølgingsspørsmål for å opprettholde retningen i intervjuet.
- **Samtaleintervju** er lange og intense intervju der forskeren er ute etter en dypere forståelse av intervjupersonens adferd, handlinger eller motiver.
- **Observasjon** vil si å gjennomføre en systematisk iakttagelse av situasjoner og foregår hovedsakelig ved hjelp av synssansen.

Eksempler på kvalitative forskningsmetoder er ifølge Tjora (2012):

- **Semistrukturerte intervjuer**, også kalt **dybdeintervjuer**, er en mellomting av strukturerte og ustrukturerte intervjuer. Målet er å skape en fri samtale rundt temaer som forskeren har bestemt på forhånd. Intervjuet har åpne svaralternativer som gir intervjupersonen mulighet til å gå i dybden på fenomenet. Intervjuene varer i én time eller mer.
- **Fokuserte intervjuer** er kortere, semistrukturerte intervjuer som kan benyttes når temaet er sterkt avgrenset og man ikke ønsker å benytte unødvendig lang tid.
- **Dokumentstudier** er bruk av dokumenter som er laget for andre formål enn forskning. Ofte er dokumentene benyttet som tilleggsmateriale i forbindelse med intervjuer.
- **Oversiktsstudier**, også kalt **review-studier**, er en variant av dokumentstudier og er studier av relevante forskningspublikasjoner innenfor et på forhånd avgrenset forskningstema.

Larsen (2007) trekker frem ulike fordeler og ulemper med kvalitative metoder. En klar fordel er muligheten til å gå i dybden innenfor det man undersøker for å øke sjansen for helhetsforståelse. I tillegg til dette er det mulig å stille oppfølgingsspørsmål for å få utfyllende og dype svar, samt rydde opp i misforståelser. For å tolke svarene bedre kan det være nyttig å gjøre observasjoner underveis. Dette gjør det enklere å sikre validiteten i undersøkelsen. Til slutt nevner Larsen at færre trekker seg fra ansikt til ansikt-intervju i forhold til hvor mange som ikke svarer på et tilsendt spørreskjema. Dette gir dermed lavere bortfall i undersøkelsen.

En av ulempene ved kvalitative metoder som blir trukket frem av Larsen (2007) er vanskelighetene og den tidkrevende jobben med å behandle dataene. I tillegg kan ikke svarene fra undersøkelsen generaliseres og etterprøvnbarhet er ofte vanskelig. En annen ulempe er hvorvidt intervjupersonen kan ha vanskeligheter med å være ærlig når intervjueren sitter rett overfor i motsetning til et spørreskjema med en anonym avkrysning. En tredje ulempe er den såkalte intervju-effekten hvor intervjueren kan påvirke resultatet fra intervjuet. Dette skjer ved

at intervjupersonen svarer det han eller hun tror intervjueren vil at intervjupersonen skal svare. Dette kan være for å gi et godt inntrykk, skjule uvitenhet eller det intervjupersonen tror er allment akseptert. I tillegg til dette kan intervjupersoners visshet om at de blir observert påvirke deres atferd i en bestemt retning.

## 2.2 Metodevalg

Det er ifølge Larsen (2007) flere forhold som påvirker metodevalgene våre. Tilnærmingen til feltet vil i stor grad påvirke valget, og kan i hovedsak gjøres på to måter. *Induktiv* tilnæringsmåte bygger på en noe uklar problemstilling hvor det ikke er ønskelig å teste eksisterende hypoteser og målet med tilnæringsmåten er å skaffe en helhetsforståelse av et tema. Her ønsker ikke forskeren å låse seg til noen bestemt metode på forhånd, men det vanlige er å benytte kvalitative metoder. *Hypotetisk-deduktiv* tilnæringsmåte vurderer holdbarheten til en teori gjennom hypotesetesting, og forskeren har dermed en klart definert problemstilling eller hypotese på forhånd. I dette tilfellet er det vanlig å bruke kvantitative metoder. Det er viktig å merke seg at de to tilnærmingene ikke utelukker hverandre. Som grunnlag for valg av tilnæringsmåte i denne oppgaven velger vi derfor å se på problemstillingen til oppgaven, og som nevnt i kapittel 1.3.2 er følgende problemstilling for oppgaven definert:

*Hva er en god prosess for fremdriftsplanlegging?*

Denne problemstillingen forankres naturlig i en induktiv tilnæringsmåte da den bygger på en utforskende tilnæringsmåte fremfor hypotesetesting av eksisterende teori eller problemstilling. Formålet er å få en helhetsforståelse av prosessen for fremdriftsplanlegging, og vi vil derfor benytte en induktiv tilnærming i arbeidet med oppgaven. Til hjelp i arbeidet med å besvare problemstillingen er det definert følgende fire forskningsspørsmål i kapittel 1.3.3:

1. *Hvilke utfordringer finnes i dagens fremdriftsplanlegging?*
2. *Hvilke faktorer og forutsetninger påvirker fremdriftsplanleggingen?*
3. *Hvordan kan og bør fremdriftsplanlegging gjennomføres basert på tilgjengelig teori?*
4. *Hva er god praksis for fremdriftsplanlegging i dagens byggebransje?*

For å besvare disse forskningsspørsmålene kreves det utdypende undersøkelser innenfor temaet fremdriftsplanlegging. Forskningsspørsmålene etterspør meninger om, forutsetninger for og praksis for dagens fremdriftsplanlegging og vi ønsker å komme frem til en beskrivelse av en god prosess for fremdriftsplanlegging. Vi ønsker å få frem det som skiller seg ut som beste praksis og formidle forståelsen og hensikten ved dette. Undersøkelsene forutsetter nærhet til feltet for å få frem nyansene i fremdriftsplanlegging i et perspektiv som hensyntar helheten i byggeprosjekter. For å oppnå dette må forfatterne av oppgaven se hverdagen fra

totalentreprenørers ståsted. Dalland (2012) beskriver ulike kjennetegn ved kvalitative metoder som omtalt i kapittel 2.1.2. Disse kjennetegnene samsvarer godt med det som ønskes oppnådd i oppgaven basert på ovennevnte problemstilling og forskningsspørsmål. Kvalitative forskningsmetoder anses derfor som velegnet for å oppfylle det omtalte formålet.

Oppgaven skal besvare de ovennevnte forskningsspørsmålene og metodene som benyttes for datainnsamling innvirker på resultatene og deres kvalitet. Metodene som er benyttet for å besvare de ulike forskningsspørsmålene fremgår av Tabell 2, mens teoretisk forankrede begrunnelser for å benytte metodene følger i delkapittel 2.2.1 til 2.2.3.

*Tabell 2. Oversikt over metodene benyttet for å besvare de ulike forskningsspørsmålene*

<b>Forskningsspørsmål</b>	<b>Metode</b>	<b>Begrunnelse</b>
1. Hvilke utfordringer finnes i dagens fremdriftsplanlegging?	Litteraturstudium og intervjuer	Litteraturstudium gjennomføres for å fremskaffe teori om utfordringer.  I casestudiene gjennomføres det ustrukturerte intervjuer for å identifisere utfordringer og for å undersøke praksis for håndtering av disse.  Fokuserte intervjuer benyttes for supplerende informasjon utenfor casestudiene.
2. Hvilke faktorer og forutsetninger påvirker fremdriftsplanleggingen?	Intervjuer	I casestudiene gjennomføres det ustrukturerte intervjuer for å få oversikt over hvilke faktorer og forutsetninger som påvirker fremdriftsplanlegging.  Fokuserte intervjuer benyttes for supplerende informasjon utenfor casestudiene.
3. Hvordan kan og bør fremdriftsplanlegging gjennomføres basert på tilgjengelig teori?	Litteraturstudium	Litteraturstudium gjennomføres for å fremskaffe teori om fremdriftsplanlegging.
4. Hva er god praksis for fremdriftsplanlegging i dagens byggebransje?	Intervjuer	I casestudiene gjennomføres det dokumentstudier og ustrukturerte intervjuer for å undersøke praksis og finne eksempler på god praksis for fremdriftsplanlegging.  Fokuserte intervjuer benyttes for supplerende informasjon utenfor casestudiene.

## 2.2.1 Litteraturstudium

*«In short, a literature review is the comprehensive study and interpretation of literature that relates to a particular topic.»*

Aveyard (2014, s. 2)

Som vi ser av Tabell 2 er litteraturstudium benyttet som metode for å bidra til besvarelse av forskningsspørsmålene 1 og 3. Begge forskningsspørsmålene har et teoretisk aspekt ved seg, slik at litteraturstudier er en egnet metode for å belyse disse aspektene. Dette fordi en litteraturstudie har til hensikt å levere en gjennomtenkt sammenfatning av den tilgjengelige litteraturen på området slik at leseren ikke behøver å sette seg inn i all nødvendig litteratur på egenhånd (Aveyard, 2014).

Aveyard (2014) påpeker at det ofte kan være begrensninger i tid og ressurser som hindrer at det kan gjennomføres et helt komplett litteraturstudie. Det er likevel alltid mulig å strebe etter en systematisk tilnærming i litteratursøket, slik at kvaliteten på studiet ikke er avhengig av at all litteratur er gjennomgått. Kvaliteten på studiet avhenger da av at søk, vurdering og analyse følger en strukturert fremgangsmåte med mål om å dekke all litteratur. Dette kan gi et godt litteraturstudie selv om det endelige studiet ikke har et like stort omfang som en fullstendig litteraturgjennomgang ville hatt. Arksey og O'Malley (2005) omtaler et slikt studie som en *scoping study* og definerer i sin artikkel et rammeverk som beskriver fremgangsmåten i et slikt studie. Dette rammeverket består av følgende steg:

1. *Identifisere forskningsspørsmålene som skal besvares av studien.*
2. *Identifisere relevant litteratur.*
3. *Utvelgelse av litteratur.*
4. *Kartlegging av data.*
5. *Sammenstilling, oppsummering og presentasjon av resultater.*

Litteraturstudiets mangel på system for kvalitetssikring av kildene er en begrensning som trekkes frem av Arksey og O'Malley (2005). De forklarer også hvordan et litteraturstudie med et bredt utgangspunkt kan gi svært mange resultater, noe som igjen fører til store mengder etterarbeid. Denne store mengden data kan gjøre det utfordrende å begrense studiet både i bredden og dybden da man må gjøre en avveining av om man skal dekke alt tilgjengelig materiale eller gå i dybden på en mindre del av materialet.

Det utførte litteraturstudiet følger rammeverket til Arksey og O'Malley (2005) og detaljerte beskrivelser av det gjennomførte litteraturstudiet følger i kapittel 2.3.1. Et litteraturstudie skal ifølge Arksey og O'Malley dokumenteres i en slik grad at studien kan gjentas av andre.



### 2.2.2 Casestudier

Ifølge Tjora (2012) er det nødvendig å avgjøre hvordan man skal avgrense de empiriske undersøkelsene, altså hvordan man definerer og avgrenser studieobjektene. *Kriterieutvalg* og *casestudie* er de to strategiene Tjora trekker frem for å avgrense et prosjekt. Et kriterieutvalg rekrutterer deltakere etter spesielle kriterier for å studere ulike erfaringer, opplevelser eller problemer knyttet til deltakerne. Hensikten med et slikt kriterieutvalg er å sikre et best mulig forhold mellom relevant og ikke-relevant informasjon i dataene fra undersøkelsen. Der det allerede eksisterer en grense for hva og hvem undersøkelsen skal inkludere og ekskludere er casestudier bedre egnet. Et case kan ifølge Tjora være en kommune, en bedrift eller organisasjon, et nærmiljø eller en tilstand, og caset avgrenser dermed undersøkelsene til å finne sted innenfor undersøkelsesenheten. Casestudier er ifølge Tjora egnet der en ønsker kunnskap om selve casen, gjerne i tillegg til informasjon om deltakerne.

Yin (2014) trekker frem tre situasjoner der casestudier er hensiktsmessig som metode for å innhente data. Først og fremst gjelder dette der problemstillingen spør *hvorfor* eller *hvordan* og det følgelig er nødvendig med en dybdeforklaring. Videre vil casestudie være relevant der forskeren har lite eller ingen kontroll over fenomenet, og følgelig kan ikke forskeren påvirke det som studeres. Ifølge Yin er det også mulig å bruke flere caser i samme studie og ut ifra dette gjøre en og samme konklusjon. Til slutt vil casestudier være relevant der studien omhandler et fenomen i nåtiden, og ikke et historisk fenomen. Med henblikk til det Tjora (2012) og Yin (2014) skriver om undersøkelsesutvalg og casestudier anser vi det som naturlig å gå videre med casestudier som hovedmetode i det videre arbeidet. Dette har sin årsak i formulering av problemstilling og forskningsspørsmål, såvel som et ønske om kunnskap om selve fremdriftsplanleggingen, ikke bare hva planleggere mener om dagens praksis. Casestudier vil altså benyttes for å bidra til besvarelse av forskningsspørsmål 1,2 og 4. Kapittel 2.3.2 vil beskrive de gjennomførte undersøkelsene.

Ifølge Yin (2014) kan kvalitativ datainnhenting i en casestudie gjøres gjennom seks ulike informasjonskilder: dokumentstudie, studie av arkiverte dokumenter, intervjuer, direkte observasjon, deltakerobservasjon og fysiske artefakter. Et av prinsippene som Yin fremlegger for å øke kvaliteten til undersøkelsen, og følgelig kvaliteten i resultatene, er å bruke to eller flere informasjonskilder hvor tilsvarende funn fremkommer i alle kildene. I vår studie benyttes dokumentstudier og intervjuer i casene, og i det følgende vil det derfor redegjøres for disse metodene.

## Intervjuer

I casestudier trekker Tjora (2012) frem intervjuer som en vanlig kilde til kvalitativ datainnhenting. Yin (2014) går på sin side enda lenger og trekker frem intervjuet som den viktigste av de seks ovennevnte datakildene som kan benyttes til kvalitativ datainnhenting i casestudier. Intervjuene som gjennomføres i casestudier likner mer på styrte samtaler enn strukturerte utspøringer, slik de gjerne gjør ved kvantitativ datainnhenting. Selv om det etterstrebtes en systematisk disposisjon også i det kvalitative intervjuet vil fokuset her være på flyt i samtalen fremfor en rigid utspørring. Dette har gitt det kvalitative intervjuet i casestudier ulike navn som *intense intervjuer*, *dybdeintervjuer* og *ustrukturerte intervjuer*.

Det kvalitative intervjuet i casestudier kan struktureres i større eller mindre grad (Larsen, 2007). I strukturerte intervjuer benyttes et intervjueskjema med spørsmål som stilles i fast rekkefølge slik som i kvantitative intervjuer, men det er lagt opp til åpne svar fremfor faste svaralternativer. I et ustrukturert intervju benyttes ofte en intervjuguide til veiledning for intervjueren, men intervjupersonen skal i hovedsak prate fritt og intervjueren kan stille oppfølgingsspørsmål. Hvorvidt forskeren velger større eller mindre grad av strukturering i intervjuene avhenger av problemstillingen med tilhørende forskningsspørsmål, samt forskerens kapasitet og egne ønsker.

Som nevnt i begrunnelsen av kvalitativ metodevalg ønsker vi i denne studien å gå i dybden innen temaet fremdriftsplanlegging. Vi benytter derfor en mellomting av strukturerte og ustrukturerte intervjuer til datainnhenting i casestudiene. *Semistrukturerte intervjuer* har som nevnt i kapittel 2.1.2 mål om å skape en fri samtale rundt temaer som forskeren har bestemt på forhånd, og dette fører til en viss strukturering av dataene som fremkommer av intervjuet. Dette forenkler bearbeidningen av dataene, og øker sammenlignbarheten mellom eventuelt flere caseobjekter. Semistrukturerte intervjuer har i tillegg åpne svaralternativer og intervjueren har mulighet til å stille oppfølgingsspørsmål, noe som gir intervjupersonen mulighet til å gå i dybden på fenomenet.

## Dokumentstudier

Dokumentstudiets viktigste hensikt er å bekrefte og eventuelt forsterke funn fra andre informasjonskilder (Yin, 2014). Dokumentstudier er til hjelp for å kontrollere innhentet data, rydde opp i eventuelle misforståelser knyttet til begrepsbruk og fremskaffe ytterligere informasjon for å bekrefte ulike funn fra for eksempel intervjuer. I fremdriftsplanlegging benyttes det forskjellige planer og for å eliminere eventuelle feilkilder som oppstår når de kun blir beskrevet av intervjupersonene ønsker forfatterne selv å undersøke planene.

### 2.2.3 Fokuserte intervjuer

Dersom temaet for intervjuet er sterkt avgrenset bør det ifølge Tjora (2012) vurderes om det er nødvendig med lange og dyptgående intervjuer. Disse er krevende for både intervjueren og intervjupersonen, men kan i tillegg skape unødvendig etterarbeid for forskeren dersom det fremkommer informasjon som ikke er aktuell for verken problemstillingen eller forskningsspørsmålene. Ved fokuserte intervjuer er det derfor viktig at forskeren har snevret inn temaet for intervjuet på forhånd og forberedt seg godt slik at intervjuet holder en rød tråd uten eventuell avstikkere.

Begrunnelsen for valget av fokuserte intervjuer er todelt. I hovedsak vil det benyttes der forfatterne ser behov for utdypende informasjon om enkelttemaer som fremkommer i litteraturstudiet og casestudiet, og som undersøkelsene heller ikke er ment å dekke. Fokuserte intervjuer benyttes også der andre forhold i arbeidet krever ytterligere informasjon. Den faktiske bruken av fokuserte intervjuer utdypes i kapittel 2.3.3. Fokuserte intervjuer vil altså benyttes for å bidra til besvarelsen av forskningsspørsmål 1,2 og 4.

## 2.3 Beskrivelse av valgte forskningsmetoder

Til nå er det i kapittel 2.1 redegjort for generell metodeteori og denne teorien er i kapittel 2.2 satt i sammenheng med hva som ønskes oppnådd med arbeidet som gjennomføres i denne oppgaven. På bakgrunn av dette er det i Tabell 2 definert hvilke metoder som skal benyttes. I dette kapittelet gjenstår det da å redegjøre for de gjennomførte undersøkelsene.

### 2.3.1 Litteraturstudium

I arbeidet med oppgaven er det gjennomført litteraturstudium innenfor hovedtemaet *fremdriftsplanlegging*, men med spissing mot flere undertemaer. Blant disse finner vi *forsinkelser i byggebransjen*, *utfordringer knyttet til fremdriftsplanlegging* samt *metoder og verktøy for fremdriftsplanlegging*. I tillegg til dette er ytterligere informasjonsinnhenting gjennomført for litteratur tilknyttet teoridelen i kapittel 3. Hensikten med dette er å gå i dybden på litteraturen som finnes på området, og på denne måten danne grunnlaget for teorien i kapittel 3 og bidra til besvarelse av forskningsspørsmål 1 og 3. Litteraturstudiet er gjennomført som en kontinuerlig prosess fra høsten 2016 i forbindelse med prosjektoppgaven og utover våren 2017. Dette medfører at den relevante litteraturen fra prosjektoppgaven er videreført til masteroppgaven.

Litteratursøket er gjennomført ved hjelp av ulike databaser og søkemotorer på Internett. Disse er benyttet etter råd fra litteratursøkekurs med Universitetsbiblioteket på NTNU og forsker Jardar Lohne ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU. I tillegg ble Oria.no (Universitetsbibliotekets database) sin oversikt over databaser benyttet. Det er vektlagt å



**Oria** er en søkemotor der man kan søke i Norske fag- og forskningsbibliotek (Oria, 2016). Oria har også en liste over databaser som kan være nyttig ved behov for nye arenaer for litteratursøk. Oria er å anse som en troverdig søkemotor som returnerer gode og sikre publikasjoner som finnes i databasene til norske vitenskapelige miljøer. Likevel er det en svakhet ved Oria at den ikke henter resultater fra databaser som ikke omfattes av norske fagbibliotekers samlinger. På den annen side har Orias liste over databaser vært til stor hjelp og det festes tillit til at databasene listet hos Oria inneholder litteratur av god kvalitet.

**Google Scholar** er en søkemotor som bruker det samme nedslagsfeltet som vanlige Google-søk, men returnerer kun vitenskapelig litteratur, slik som oppgaver, artikler og bøker. Google Scholar søker i mange databaser og er den søkemotoren som returnerer de mest omfattende søkeresultatene. Dette har vist seg å gi svært mange resultater på visse søkeord. Dette kan begrenses med søkefunksjoner og filtre og er helt nødvendig for å øke relevansen i resultatene.

**Scopus, Engineering Village og ScienceDirect** er søkemotorer levert av forlaget Elsevier. Elsevier er en av verdens største leverandører av vitenskapelig litteratur og utgir over 2 000 tidsskrifter, deriblant kjente tidsskrifter som *The Lancet* (Elsevier, 2016). Elsevier har også utgitt over 33 000 boktitler. Forlaget er hjemmehørende i Nederland, men er også representert i land som England og USA. NSD rangerer Elsevier som en nivå 1 publiseringskanal og det festes stor tillit til at Elseviers søkemotorer Scopus og ScienceDirect leverer gode resultater med høy kvalitet fra Elseviers databaser.

**Emerald Insight** er søkemotoren til forlaget Emerald Group Publishing Limited. Emerald er et verdensomspennende forlag med hovedsete i England og utgir rundt 300 tidsskrifter og over 2 500 boktitler (Emerald, 2016). Gjennom søkemotoren Emerald Insight får man tilgang til deres database med fagfelleurdert litteratur. Emerald er av NSD rangert som en nivå 1 publiseringskanal og det er liten grunn til å trekke resultater fra Emeralds database i tvil med tanke på kvalitet og troverdighet.

**International Journal of Project Management** er et tidsskrift som utgis av Elsevier i samarbeid med Association for Project Management (APM) og International Project Management Association (IPMA) (Elsevier, 2017). Tidsskriftet tas med i evaluering av databaser og søkemotorer fordi det etterhvert i søket viste seg at mange relevante resultater i de andre databasene var publisert gjennom denne publiseringskanalen. Det ble besluttet å søke direkte i dette tidsskriftets database for å oppnå noe mer målrettede resultater. International Journal of Project Management har blitt en viktig ressurs i litteratursøket og det er dermed naturlig med en vurdering av denne som database og publiseringskanal. Tidsskriftet er av NSD rangert som en nivå 1 publiseringskanal og har en Impact Factor for 2015 på 2.885. Totalt sett er

tidsskriftet vurdert som en database med høy kvalitet og troverdighet, samt solid forankring i bransjen og forskningsmiljøer verden over. Flere kilder er også hentet fra andre tidsskrifter, men ingen tidsskrifter er benyttet i samme omfang som International Journal of Project Management.

### Søkeprosess

Søkene begynte bredt med lite spesifikke søkeord og mange resultater som måtte vurderes. Gjennom bruk av ulike søkefiltre og -funksjoner, samt stadig mer spesifiserte søkeord, er antallet resultater redusert og kvaliteten i resultatene gradvis økt i forhold til temaet for søket. I Tabell 3 presenteres en oversikt over hovedtyngden av litteratursøket.

Tabell 3. Søkeordene som i hovedsak er benyttet i litteratursøket

Søkeord	Søkefunksjoner/ operatorer	Søkemotor/ database	Antall treff
<i>planning construction</i>	-	Google Scholar	3 470 000
		Oria	1 487 494
		Emerald Insight	67 796
		Scopus	49 505
<i>construction project scheduling</i>	ALL	Google Scholar	718 000
		Oria	81 948
		ScienceDirect	63 156
<i>construction delay</i>	-	Google Scholar	2 710 000
		Oria	479 449
		Emerald Insight	15 484
		Scopus	9 159
<i>scheduling, construction</i>	scheduling AND construction	Oria	150 158
		Google Scholar	104 000
		Engineering Village	21 331
		International Journal of Project Management	1 047
<i>planning, scheduling, construction 2010, 2016</i>	planning OR scheduling AND construction FROM 2010 TO 2016 Content type: articles and chapters Publication date: all dates	Google Scholar	379 000
		Emerald Insight	27 662

<i>Planning, construction, methodology</i>	Planning AND construction AND methodology	Oria	233 942
		Google Scholar	63 100
		Scopus	3 675
<i>Scheduling Construction industry</i>	scheduling AND construction industry Published: 2010-present	Emerald Insight	12 881
		Scopus	473
<i>delays, construction</i>	delays AND construction	International Journal of Project Management	700
<i>forsinkelser i byggeprosjekter/ byggebransjen</i>	forsinkelser i (byggeprosjekter OR byggebransjen)	Google Scholar	529
		Oria	2
<i>Fremdriftsplanlegging</i>	-	Google Scholar	89
		Oria	19
<i>Involverende planlegging</i>	-	Oria	14

Det er verdt å nevne at alle litteratursøk i arbeidet med masteroppgaven ikke er inkludert i Tabell 3. Dog inkluderer tabellen den delen av arbeidet som er utført som et utpreget litteraturstudie mot de nevnte temaer. Dette har sin årsak i at søkene utover i prosessen har blitt svært spesifikke og rettet mot bestemte temaer som har blitt undersøkt fortløpende. En annen mye benyttet metode for å finne gode og kvalitetssikrede kilder har vært bruk av referanser i relevante artikler. Søk etter spesifikke artikler funnet på denne måten er heller ikke inkludert i tabellen. All litteratur benyttet i arbeidet med masteroppgaven fremgår av referanselisten.

### **Kvalitetsvurdering av litteraturen**

NTNU benytter TONE som kriterier for å vurdere hvorvidt informasjonen som innhentes er relevant (NTNU, 2016). TONE står for Troverdighet, Objektivitet, Nøyaktighet og Egnethet. Dette er enkle, men viktige verktøy som skal forenkle evalueringsarbeidet. Det er i stor grad disse kriteriene som har blitt vurdert i arbeidet med å evaluere litteraturen, og disse er presentert i Tabell 4.

Tabell 4. Kriteriene for kvalitetsvurdering av litteraturen (NTNU, 2016)

Kriterie	Beskrivelse
<b>Troverdighet</b>	Vurdere forfatterens og publiseringskanalens kvalifikasjoner og anerkjennelser.
<b>Objektivitet</b>	Undersøke hvorvidt informasjonen er i samsvar med eksisterende litteratur, og hvorvidt forfatteren forsøker å påvirke leseren i en spesiell retning. Objektiviteten kan svekkes dersom forfatterens hensikt er å overbevise fremfor å informere.
<b>Nøytralitet</b>	Vurdere når kilden ble publisert, og hvorvidt den består av informasjon eller meningsytringer. Saklig agumentasjon og en god referanseliste kjennetegner en god kilde.
<b>Egnethet</b>	Undersøke hvilket emneområde kilden dekker, og om det aktuelle emneområdet er relevant for leserens hensikt.

Videre er det viktig å vurdere om kilden er en vitenskapelig publikasjon og dermed fagfellevurdert, eller en publikasjon fra andre kunnskapsrike personer på emnet. Andre virkemidler i kvalitetssikringen av litteratur er vurdering av forfatteren, alder på publikasjonen, opprinnelsesland og antall siteringer. Siteringer vil si hvor mange ganger en artikkel har fått referert sitt innhold i en annen artikkel (Plagiarism, 2014), og sier mye om den allmenne oppfatningen av artikkelens kvalitet.

### 2.3.2 Casestudier

Som caseobjekter er det benyttet fire byggeprosjekter hos bedriftene Ø.M.Fjeld AS og Betonmast Innlandet AS hvor det er gjennomført intervjuer og dokumentstudier. Disse undersøkelsene bidrar til besvarelsen av forskningsspørsmål 1,2, og 4.

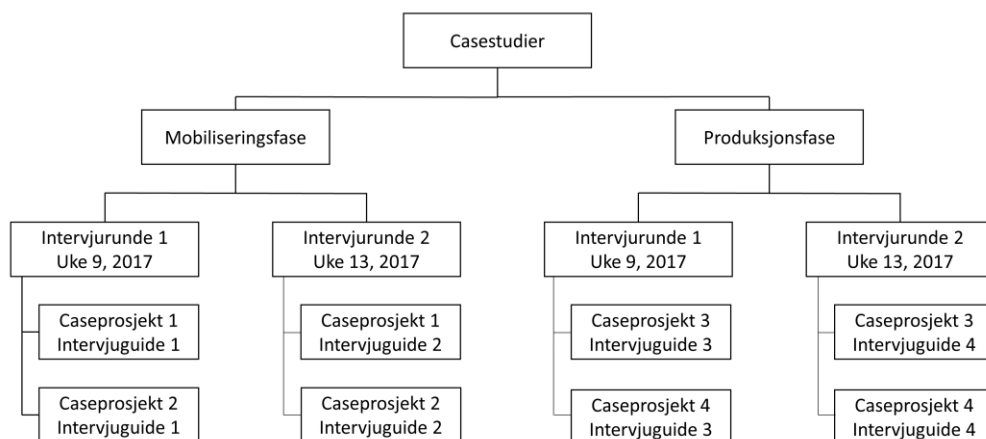
Gjennom sommerjobb og arbeid med prosjektoppgaven høsten 2016 har forfatterne opparbeidet relasjoner til bedriftene. Dette har gitt et godt fundament for samarbeidet i forbindelse med denne oppgaven. Forut for casestudiene har det vært god dialog om utforming av oppgaven og tilgangen på caseprosjekter og intervjupersoner har vært god. Det bør også nevnes at forfatterne ansettes i hver sin bedrift etter endte studier, og både forfattere og bedrifter har derfor hatt insentiv for å bidra til et godt samarbeid.

De fire caseprosjektene er alle boligprosjekter lokalisert på Innlandet. To prosjekter hos Ø.M.Fjeld AS og to prosjekter hos Betonmast Innlandet AS er undersøkt. To av prosjektene, et hos hver bedrift, har befunnet seg i fasen mellom kontraktsignering og produksjonsstart i tidsrommet undersøkelsene har vært gjennomført, mens de to resterende har vært i produksjon. Alle fire prosjektene har egenproduksjon og opererer som totalentrepriser i utførelsesfasen. Det er følgelig entreprenørene selv som står med hovedansvaret for fremdriftsplanleggingen. Dette har vært et strategisk valg og en viktig forutsetning for å nå



frem til de rette personene; de som utfører, styrer og følger opp fremdriftsplanleggingen. Videre understreker Dalland (2012) at antallet intervjupersoner ikke skal være for stort i det kvalitative intervjuet, og følgelig har syv personer med tilknytning til de fire caseprosjektene deltatt i intervjuene. Dette har henholdsvis vært fire prosjektledere og tre anleggsledere. Seks av intervjupersonene har lang fartstid i bransjen, mens en er relativt nyutdannet. Det er gjennomført to intervjuer i hvert prosjekt fordelt på to intervjurunder med fire ukers mellomrom.

Ifølge Dalland (2012) handler et intervju om å ta vare på det som blir sagt og sikre seg mot eventuelle misforståelser. Intervjuguiden skal sikre at informasjonen som kommer frem er innenfor rammene til studien, og forskningsspørsmålene blir besvart ved at intervjuguiden belyser alle nødvendige temaer (Jacobsen, 2005). Dette har også vært grunnlaget for å utarbeide en intervjuguide tilpasset en kvalitativ forskningsmetode. Det er i alt utarbeidet fire forskjellige intervjuguides som finnes i Vedlegg 1-4. Forholdet mellom caseprosjekter, intervjuguides og hvert enkelt intervju er oppsummert i Figur 2.



Figur 2. Oversikt over intervjuene i casestudiene

Hvordan kontakten med feltet først blir etablert, og hva slags informasjon som gis på forhånd, betyr ifølge Dalland (2012) mye for den innstillingen intervjupersonene møter deg med. For å ufarliggjøre intervjusituasjonen ble intervjuguiden sendt ut til intervjupersonene noen dager før intervjuet skulle finne sted. På denne måten kunne intervjupersonene bli kjent med spørsmålene, forberede seg og under hele intervjuet være informert om hvor mange spørsmål som var igjen. De fire forskjellige intervjuguidene har dekket forskjellig temaer og en kort oversikt over de ulike temaene fremgår av Tabell 5.

Tabell 5. Temaene i de ulike intervjuguidene

Intervju- guide	Tema
1	Omhandler forhold og forutsetninger for fremdriftsplanlegging. I tillegg er utfordringer knyttet til de nevnte forhold og forutsetninger, samt håndtering av disse, dekket.
2	Omhandler hovedfremdriftsplanlegging i mobiliseringsfasen. I tillegg er utfordringer knyttet til hovedfremdriftsplanleggingen, samt håndtering av disse, dekket. I denne intervjuguiden er det også etterspurt tips til utforming av veilederen for fremdriftsplanlegging.
3	Omhandler produksjonsunderlag, planer for gjennomføring og forutsetninger for fremdriftsplanlegging i produksjonsfasen. Produksjonsplanlegging, utfordringer knyttet til dette, samt håndtering av utfordringer er også dekket.
4	Omhandler fremdriftsstyring og -oppfølging i produksjonsfasen, avvik fra planen og utfordringer tilknyttet dette. I denne intervjuguiden er det også etterspurt tips til utforming av veilederen for fremdriftsplanlegging.

Intervjuene ble gjennomført på byggeplasser eller i bedriftenes kontorer etter intervjupersonenes valg. Før hvert intervju ble det litt småprat, før intervjuet begynte med en generell innledning presentert av oss før selve intervjuet ble gjennomført. Dette fordi det er viktig at alle intervjupersonene har likt informasjonsgrunnlag om oss og temaet for intervjuet. Det ble i tillegg informert om at resultatene anonymiseres og innhentet samtykke til lydopptak av intervjuet. Alle intervjupersonene samtykket til lydopptak. Det ble også informert om at lydopptaket kun benyttes til transkribering av intervjuet før det slettes. Intervjuene ble utført ansikt-til-ansikt i et rom skjermet fra forstyrrelser og støy med intervjuguiden som veileder.

Intervjuguidene er delt inn i flere deler for å oppnå en viss strukturering av intervjuene. Ettersom intervjupersonene skal svare på entreprenørselskapenes vegne kan dette være en ukomfortabel situasjon for intervjupersonene. Ifølge Dalland (2012) er en slik inndeling et godt virkemiddel for å skape driv over samtalen og myke opp eventuelle spenninger hos intervjupersonen. Dalland (2012) foreslår å innlede intervjuet med generelle og «ufarlige» spørsmål tilknyttet intervjupersonens bakgrunn og erfaring. Dette ble ikke gjort da minst en av intervjuerne hadde kjennskap til intervjupersonen fra før.

For å unngå en nærmere avgrensning, samt oppmuntre til åpen resonnering og drøfting av temaet hos intervjupersonene, er spørsmålene stilt uten svaralternativer slik at vi kan få frem nyansene ved de ulike svarene. Det er også viktig å merke seg at intervjuguiden er laget slik at det er rom for utdypende spørsmål dersom det skulle bli nødvendig. Dette kan være en fordel for å unngå eller oppklare eventuelle tvetydigheter (Dalland, 2012).

## Dokumentstudier og uformelle samtaler

For å kontrollere og oppklare eventuelle misforståelser knyttet til funnene fra intervjuene ble det i etterkant gjennomført dokumentstudier av fremdriftsplaner. Hovedfremdriftsplaner og produksjonsplaner ble tilsendt fra flere av intervjupersonene i etterkant av siste intervjurunde og ble studert uten nærmere påvirkning fra intervjupersonene.

Uformelle samtaler som har oppstått utenfor intervjuene anses kun som supplerende til det helhetlige bildet, og vil derfor ikke bli nevnt som selvstendige informasjonskilder videre i oppgaven.

### 2.3.3 Fokuserte intervjuer

Totalt har fire fokuserte intervjuer blitt gjennomført for å bidra i besvarelsen av forskningsspørsmål 1,2 og 4. Disse har bygget på samme prinsipper som de semistrukturerte intervjuene beskrevet i kapittel 2.3.2, men de har vært vesentlig kortere og det har ikke blitt utarbeidet en like omfattende intervjuguide. Som forberedelse til intervjuene ble det skrevet ned korte stikkord slik at det var enklere å påse at viktige element ble belyst. Intervjupersonene har vært en kommunal byggesaksbehandler, en erfaren fremdriftsplanlegger fra et norsk entreprenørfirma med lang fartstid i bransjen og to doktorgradsstipendiater tilknyttet NTNU hvor den ene har bidratt i Bygg21 sin utarbeidelse av fasenormen *Neste Steg*. Alle intervjuene ble gjennomført på kontorene til de respektive intervjupersonene.

### 2.3.4 Bearbeiding og analyse av data

I vårt tilfelle er det ikke all innhentet informasjon som krever omfattende bearbeiding, og det er kun resultatene fra casestudiene som er bearbeidet i vesentlig grad. Informasjonen fra litteraturstudien danner grunnlaget for teoridelen i oppgaven og bearbeidingen i denne forbindelse dreier seg i hovedsak om analyse, gjengivelse og sammenstilling av aktuell teori fra utvalgte kilder.

Resultatene fra intervjuene i casestudiene fremkom som lydfiler som krevde vesentlig bearbeiding og analyse før informasjonen kunne benyttes i oppgaven. Etter intervjuene ble det gjennomført en *ord for ord-transkribering* der bearbeidingen av lydopptakene gikk ut på å skrive ned intervjuet ord for ord (Dalland, 2012). Forfatterne understreker at temaer og såkalt småprat som ble oppfattet som digresjoner ble utelatt fra transkriberingen der dette åpenbart ikke tilførte relevant materiale.

Ifølge Larsen (2007) kan en kvalitativ dataanalyse gjennomføres på ulike måter. Vi valgte å gjennomføre en *analyse av meningsinnhold* der hensikten er å finne sammenhenger, mønstre, fellestrekk eller forskjeller. Det transkriberte materialet fra casestudien ble klassifisert og sortert i ulike tema, før de identifiserte mønstrene og prosessene ble fremstilt tekstlig.

## 2.4 Feilkilder i metoden

I forbindelse med metodevalg og innhenting av data kan det naturlig nok oppstå feil. For å minimere disse feilene er det viktig å ha kontroll på kildene til disse feilene. I det følgende beskrives potensielle feilkilder i forskningsmetoden.

### 2.4.1 Feilkilder ved litteraturstudiet

I en litteraturstudie med begrenset varighet er det vanskelig å vite om den meste relevante litteraturen er funnet, og resultatet av søket kan heller ikke regnes som komplett i forhold til hva som finnes av litteratur. En faktor som begrenser litteraturstudiens nedslagsfelt er språk, og som en følge av forfatterens språkkunnskaper er litteraturstudien begrenset til norsk- og engelskspråklig litteratur.

Hvordan og om søkefunksjoner benyttes kan være opphav til feilkilder. Dersom for mange søkefunksjoner benyttes kan det ekskludere relevant litteratur. Dersom det ikke benyttes kan det gi et så stort antall treff at man ikke har mulighet til å vurdere alle treffene. Dette har vært en utfordring i studien. En annen søketeknisk feilkilde er upresis bruk av søkeord. Spesielt tidlig i litteratursøket kan forfatterens begrensede kjennskap til temaet gjøre søkeordene mindre presise. Tidlig i søket er det også en oppfatning om at søket skal foretas så bredt som mulig og til sammen fører dette til et stort nedslagsfelt med potensielt liten relevans for studien. Disse problemene begrenses etterhvert som forskeren blir kjent med temaet slik at søkeordene blir mer presise og nedslagsfeltet gradvis krymper (Arksey og O'Malley, 2005).

En utfordring som har gått igjen i litteratursøket er det faktum at mye av den tilgjengelige forskningen er gjennomført i land i Midtøsten, slik som Jordan og Saudi-Arabia. Relevansen for denne forskningen opp mot norske forhold er vurdert etter beste evne.

Avslutningsvis er det verdt å merke seg at favorisering av enkelte søkemotorer, databaser, publiseringskanaler og informasjonskilder kan gjøre at relevante treff utelukkes. Det er forsøkt å være bevisst på dette, og forfatterne har etterstrebet variasjon i søkeprosessen.

### 2.4.2 Feilkilder ved casestudiene

Casestudiene bygger som tidligere nevnt på en kvalitativ forskningsmetode der hensikten er å innhente mange opplysninger fra få undersøkelsesenheter og gå i dybden på fenomenet (Dalland, 2012). Det er derfor viktig å anerkjenne at det er vanskelig å identifisere en årsakssammenheng kun ved hjelp av fire casestudier når mange faktorer kan påvirke utfallet. Dette betyr at det trekkes konklusjoner ut ifra få intervjuer, og vi kan dermed ikke med sikkerhet si at de utvalgte entreprenørselskapene eller intervjupersonene er representative for hele byggebransjen.

Uansett hvor objektivt et intervju blir gjennomført er intervjuet en subjektiv metode for datainnsamling. Dersom vi ubevisst har stilt ledende spørsmål, både i intervjuguiden og som oppfølgingsspørsmål, kan dette ha økt subjektiviteten i datainnsamlingen. En annen kilde til ubevisst ledende spørsmål er inndelingen av intervjuguiden. Kvale og Brinkmann (2009) oppfordrer i sin beskrivelse av det kvalitative forskningsintervju til bevisst naivitet slik at intervjueren kan være åpen for nye og uventede fenomener. Ved å dele intervjuguiden inn i ulike faser og dermed forhåndsdefinerte kategorier, slik forfatterne i denne undersøkelsen har gjort, kan dette bidra til ledende spørsmål. Rekkefølgen på spørsmålene kan også påvirke resultatene. Ifølge Dalland (2012) kan spørsmål stilt tidligere påvirke svaret til intervjuobjektet i det påfølgende spørsmålet. Et eksempel på dette er at intervjupersonen utelater informasjon tilknyttet et spørsmål fordi intervjupersonen mener han har svart på det tidligere.

En potensiell feilkilde er også vår uerfarenhet som forskere og intervjuere. Forfatterne har i begrenset grad gjennomført tilsvarende arbeider tidligere og testintervjuer kunne med fordel vært gjennomført før datainnsamlingen ble påbegynt. Dette for å teste spørsmålsformuleringer, rekkefølge og strukturering av intervjuet slik at kvaliteten på de tellende intervjuene sikres i større grad. Analyse og tolkning av dataene fra intervjuene har også vært utfordrende, spesielt på grunn av varierende begrepsbruk hos intervjupersonene. Fremdriftsplanlegging viser seg også som et svært erfaringsbasert fagområde der planleggerne ikke er vant med å formidle hva arbeidet deres går ut på. Den store mengden med taus kunnskap vanskeliggjør altså kommunikasjon rundt temaet.

Dokumentstudiene av fremdriftsplaner er som tidligere nevnt gjort i etterkant av intervjuene, uten deltakelse av personene som har utarbeidet planene. I denne sammenheng er det viktig å merke seg eventuelle feilkilder selv om resultatene fra undersøkelsen i svært liten grad baserer seg på dokumentstudiene. En fremdriftsplan i et byggeprosjekt har til hensikt å fremstille komplekse sammenhenger på en oversiktlig måte, og følgelig er det i planene utelatt en del bakgrunnsinformasjon som har ligget til grunn for de ulike beslutningene. Dette kan i verste fall føre til at funn i dokumentstudiene er feiltolket av forfatterne.

## **2.5 Kvalitetssikring av data**

Et vesentlig moment ved metoden er at den skal gi troverdig kunnskap (Dalland, 2012) og dette innebærer at kravene til reliabilitet og validitet må være oppfylt. I det følgende redegjøres det for hva reliabilitet og validitet innebærer samt hvordan det er ivaretatt i arbeidet.

### **2.5.1 Reliabilitet**

Reliabilitet kan ifølge Tjora (2012) defineres som pålitelighet. Dette handler om reliabiliteten til målingene, i hvilken grad de er korrekt utført og at eventuelle feilmarginer rapporteres slik at de er tilgjengelig ved videre bruk av resultatene. Først og fremst kan reliabiliteten til et resultat

testes ved at flere forskere gjør samme undersøkelse, og reliabiliteten er høy dersom de ulike undersøkelsene fører til samme resultat (Larsen, 2007). En annen måte å oppnå høy reliabilitet er at samme forsker gjennomfører samme undersøkelse på ulike tidspunkt og får tilnærmet samme resultat. Med tanke på tidsbegrensningen knyttet til denne oppgaven vil det ikke være aktuelt å gjennomføre undersøkelsen flere ganger. På den annen side er de samme undersøkelsene gjennomført i flere caseprosjekter og dette bidrar til å øke reliabiliteten ved at resultatene kan sammenlignes.

Larsen (2007) påpeker videre at det er vanskeligere å sikre høy reliabilitet ved kvalitative undersøkelser enn ved kvantitative undersøkelser. I casestudier med intervju som informasjonskilde kan intervjupersonen påvirkes av intervjueren og situasjonen og følgelig kan det påvirke informasjonen fra intervjupersonen. For å øke reliabiliteten i intervjuene ble intervjupersoner med bakgrunn innen fremdriftsplanlegging valgt. De ulike intervjupersonene ble stilt tilnærmet like spørsmål i en relativt lik setting ute på de respektive intervjupersonenes arbeidsplass.

Reliabiliteten påvirkes også av hvordan dataene fra undersøkelsen behandles (Larsen, 2007). Dersom behandlingen av dataene foregår på en pålitelig og nøyaktig måte, for eksempel ved ord for ord-transkribering som forfatterne i dette tilfellet har gjort, er det mindre sannsynlig at viktig informasjon går tapt eller utelukkes i videre analyse av dataene.

### **2.5.2 Validitet**

Validitet kan ifølge Tjora (2012) defineres som gyldighet. Å samle inn relevant data for problemstillingen er vesentlig og kan gjennomføres ved å stille de riktige spørsmålene i forhold til problemstillingen og tilhørende forskningsspørsmål. For å øke validiteten til de ustrukturerte intervjuene ble en intervjuguide utarbeidet, og for de fokuserte intervjuene ble stikkord til intervjuet nedskrevet på forhånd. Dette for å sikre at intervjueren holdt seg til temaet og at responsen fra intervjupersonene var så relevante som mulig for problemstillingen.

Larsen (2007) understreker at det kan være enklere å samle inn relevant data ved bruk av kvalitative metoder enn ved kvantitative metoder da man ved bruk av intervjuer kan foreta korreksjoner og avklaringer underveis. Dette er noe forfatterne av denne undersøkelsen har benyttet seg av, både gjennom oppfølgingsspørsmål i intervjuene, men også gjennom dokumentstudier i etterkant av intervjuene.

I litteraturstudiet var det til tider utfordrende å finne nyere litteratur, men på bakgrunn av samsvar mellom eldre og nyere litteratur har det vist seg at også den eldre litteraturen fortsatt er representativ for dagens situasjon.

## 3 Teori

I oppgaven besvares fire forskningsspørsmål som skal bygge opp under problemstillingen. Kapittel 3 skal danne deler av grunnlaget for å besvare følgende forskningsspørsmål:

1. *Hvilke utfordringer finnes i dagens fremdriftsplanlegging?*
3. *Hvordan kan og bør fremdriftsplanlegging gjennomføres basert på tilgjengelig teori?*

Informasjonen som presenteres i kapittel 3 er et resultat av litteraturstudiet beskrevet i kapittel 2.3.1. Kapittel 3 består av teori knyttet til fremdriftsplanleggingen som anses relevant for å besvare de ovennevnte forskningsspørsmålene, samt danne grunnlag for å beskrive en god prosess for fremdriftsplanlegging slik problemstillingen etterspør. Det påfølgende teorkapittelet består av følgende deler:

**Kapittel 3.1** redegjør for prosjektet som arbeidsform. Dette er et nødvendig grunnlag for å forstå bakgrunnen for hvordan vi organiserer byggeprosjekter i dagens byggebransje og hva som skal til for å lykkes med prosjektgjennomføringen. Blant suksessfaktorene finner vi samarbeid, kommunikasjon, erfaringsoverføring og læring.

**Kapittel 3.2** redegjør for organisering av byggeprosjekter. Dette er nødvendig for å forstå aktører, roller, organisatoriske forhold og ansvarsfordeling i dagens byggeprosjekter. Dette gjelder spesielt også ansvarsfordelingen for fremdriftsplanleggingen i totalentrepriser.

**Kapittel 3.3** gir et innblikk i prosjektmodeller. Dette handler om hvordan man fremstiller og beskriver byggeprosjekter gjennom faser og viktige tidspunkt i prosjektenes livsløp. Fasenormen *Neste Steg* er et av rammeverkene som presenteres.

**Kapittel 3.4** omhandler grunnlaget for fremdriftsplanlegging, herunder hvordan prosjektet brytes ned (WBS) og lover og regler som påvirker fremdriftsplanleggingen.

**Kapittel 3.5** redegjør for det litteraturen trekker frem som normal praksis for fremdriftsplanlegging. Blant temaene som beskrives finner vi planstruktur og planleggingsprosesser samt betraktninger rundt aktiviteter, flyt og buffere.

**Kapittel 3.6** forklarer ulike planleggingsmetoder som trekkes frem i litteraturen. Herunder finner vi alt fra enkle gjøremålslistor og metoder for presentasjon av fremdriftsplaner, til metoder som *Critical Path Method* (CPM) og skråstrekplanlegging. Digitale hjelpemidler som bygningsinformasjonsmodellering (BIM) og 4D planlegging trekkes også frem i dette kapittelet.

**Kapittel 3.7** tar for seg påvirkningen *Lean production* har hatt på fremdriftsplanlegging. Begrepet *Lean construction* forankres i teorien og det redegjøres for metoder for fremdriftsplanlegging, -oppfølging og -styring som har sitt opphav i denne tankemåten.

**Kapittel 3.8** redegjør for utfordringer i forbindelse med fremdriftsplanlegging som trekkes frem i litteraturen. Som oppgavebeskrivelsen i kapittel 1 etterspør identifiserer vi utfordringer i dagens fremdriftsplanlegging som skal løses i dette arbeidet.

### 3.1 Prosjektet som arbeidsform

Prosjektarbeid som metode for å organisere et arbeid eller en oppgave blir i stadig større grad tatt i bruk i det moderne arbeidsliv. Der oppgavene før ble håndtert av permanente organisasjoner, blir gjerne alt fra små kulturarrangementer til byggeprosjekter til flere milliarder kroner i dag typisk organisert som prosjekter (Samset, 2008). Project Management Institute (PMI) definerer et prosjekt som «[...]a temporary endeavor undertaken to create a unique product, service, or result.» (PMI, 2008). Prosjektets midlertidighet medfører at det har en bestemt oppstart og avslutning som gjerne følger av prosjektets hensikt eller mål. Det unike produkt, tjeneste eller resultat som leveres av prosjektet skiller prosjektet fra tradisjonelle repeterende oppgaver. Selv om prosjekter ofte kan medføre en viss grad av repetisjon vil det alltid være noe som skiller et prosjekt fra et annet (Samset, 2008).

Med unntak av drifts- og vedlikeholdsoppgaver kan stort sett alle aktiviteter knyttet til bygg-, anlegg og eiendom sees som prosjekter i forhold til prosjektdefinisjonen over. Byggeprosjekter gjennomføres innenfor et bestemt tidsrom og dette ivaretar midlertidigheten i forhold til definisjonen til PMI (PMI, 2008). Selv om entreprenørfirmaer er å anse som permanente organisasjoner varierer prosjektgruppene fra prosjekt til prosjekt. Dette støtter Samset (2008) sitt syn på prosjekter som noe som ikke blir gjennomført av en permanent organisasjon.

I forhold til organisering av bygge- og anleggsarbeider som prosjekter er det viktig med en oversikt over hvordan prosjekter får et godt utfall. Dette omtales gjerne som *prosjektsuksess*, og som vi skal se i kapittel 3.1.1 er prosjektsuksess avhengig av flere faktorer. Byggeprosjekter baserer seg på stor grad av samarbeid mellom mange aktører. For at dette samarbeidet skal lykkes er aktørene avhengige av en velfungerende kommunikasjon og kommunikasjon er en av de viktigste suksessfaktorene i byggeprosjekter (Fortune og White, 2006; Chan mfl. 2004). Av denne grunnen er samarbeid og kommunikasjon i prosjekter omtalt i kapittel 3.1.2. På grunn av prosjekters midlertidighet er det vesentlig å sikre kontinuitet fra prosjekt til prosjekt for å kontinuerlig utvikle kunnskap og erfaring. En prosjektorganisasjon som tar lærdom av tidligere prosjekter har større sannsynlighet for å oppnå prosjektsuksess i sitt neste prosjekt (Rolstadås mfl., 2014). Dette er årsaken til at erfaringsoverføring og læring omtales i kapittel 3.1.3.



### 3.1.1 Prosjektsuksess

Ifølge Rolstadås mfl. (2014) er det utfordrende å definere en allmenngyldig liste over forhold som bidrar til prosjektsuksess. Det vil alltid dukke opp nye problemer som kan påvirke prosjektsuksessen, og dersom oppmerksomheten hviler på de kjente problemene kan man bli mindre oppmerksom på nye problemer. Til tross for at det er vanskelig å lage en komplett sjekkliste for å oppnå prosjektsuksess fremheves det i det følgende ulike faktorer og forhold som påvirker prosjektsuksessen.

Rolstadås mfl. (2014) påpeker at prosjektsuksess alltid bør måles opp mot de forhåndsdefinerte målene i hvert enkelt prosjekt. I forhold til prosjektsuksess skiller Rolstadås mfl. mellom to vilkår for suksess. *Suksesskriterier* måles etter prosjektets ferdigstilling, og er parametere, indikatorer eller verdier som måles for å avgjøre om prosjektet er suksessfullt eller ikke. Disse kan være forskjellig for henholdsvis prosjekteier og prosjektadministrasjon, men for at prosjektet skal være suksessfullt må begge settene med kriterier være oppfylt. Et eksempel på et suksesskriterie som Rolstadås mfl. trekker frem er hvorvidt forventninger hos prosjekteier og prosjektorganisasjon er innfridd. *Suksessfaktorer* er derimot faktorer som kan observeres og påvirkes under gjennomføringen av prosjektet, og som må ligge til rette for at prosjektet skal bli en suksess. Et eksempel på en suksessfaktor som Rolstadås mfl. trekker frem er evnen til å forstå prosjekteierens krav og forventninger.

Basert på antall siteringer i 63 studerte publikasjoner identifiserte Fortune og White (2006) følgende ti mest kritiske faktorer for prosjektsuksess:

1. *Støtte fra toppledelsen*
2. *Klare, realistiske mål*
3. *Detaljert, oppdatert plan*
4. *God kommunikasjon*
5. *Bruker-/kundemedvirkning*
6. *Stabil og kompetent medarbeiderstab*
7. *Effektiv håndtering av endringer*
8. *Kompetent prosjektleder*
9. *Godt business case*
10. *Tilstrekkelig og godt allokerte ressurser*

Videre identifiserte Chan mfl. (2004) ulike faktorer som påvirker prosjektsuksess i byggeprosjekter. De understreker at byggebransjen er en dynamisk bransje som et resultat av økende usikkerhet i forbindelse med teknologibruk, budsjetter og utviklingsprosesser. I tillegg møter prosjektadministrasjonen endringer i prosjektet som er vanskelige eller umulige å få oversikt over tidlig i prosjektet. Et utvalg av faktorene som påvirker prosjektsuksess er ifølge Chan mfl.:

- Kommunikasjonssystemer
- Innsats lagt ned i planleggingen
- Kontroll over underentreprenørers arbeid
- Planleggingsferdigheter hos personene som utarbeider planene
- Kundens evne til å ta beslutninger

I Pinto og Slevin (1987) sin studie identifiserte erfarne prosjektledere det de mente var avgjørende for å oppnå prosjektsuksess (Rolstadås, 2014). De fire mest relevante faktorene er:

- **Prosjektplanlegging** betyr at prosjektets mål skal realiseres gjennom planer som dekker alt fra teknisk utførelse, finansielle, organisatoriske, tidsmessige og kommunikasjonsmessige aspekt, samt oppfølging.
- **Kommunikasjon med kunden** handler om å ha tett dialog med kunden slik at det ikke oppstår senere uenigheter om hva prosjektet skulle resultere i.
- **Prosjektoppfølgning** betyr å håndheve kontinuerlig fremdriftsoppfølging slik at prosjektadministrasjonen er bedre rustet til å håndtere uforutsette ting.
- **Kommunikasjon** handler om at god koordinering krever effektiv kommunikasjon, og at klare ansvarsforhold bidrar til en lettere kommunikasjon.

### 3.1.2 Samarbeid og kommunikasjon i byggeprosjekter

Som nevnt tidligere har prosjektet som arbeidsform fått økt betydning de siste tiårene (Samset, 2008) og følgelig har viktigheten av godt samarbeid økt. Prosjekter i byggebransjen består ofte av samarbeid mellom flere aktører med ulik bakgrunn, og det har vist seg å være utfordrende å oppnå et godt samarbeid (Svalestuen mfl., 2015). Dette skyldes ifølge Svalestuen mfl. dels det korte tidsrommet samarbeidet foregår, og dels at deltakerne i samarbeidet har liten erfaring med å samarbeide med hverandre.

I sin studie identifiserer Svalestuen mfl. (2015) tolv nøkkelementer til et effektivt samarbeid blant prosjekterende i et byggeprosjekt. Mange av disse er overførbare til samarbeidet i produksjonsfasen. Det er spesielt noen av disse som er interessante hva gjelder produksjonsfasen og fremdriftsplanlegging. Et av nøkkelementene er å føle forpliktelse til prosjektet ved å involvere prosjektdeltakerne i planleggings- og målsettingsprosessen. Videre mener Svalestuen mfl. (2015) at godt samarbeid mellom alle prosjektlederne øker samarbeidet

i hele prosjektet, og at tidligere relasjoner mellom deltakerne fremskynder bli kjent-prosesser. Til slutt trekkes det frem at tillit mellom prosjektdeltakerne er essensielt for å oppnå et effektivt samarbeid.

Patrick Lencioni presenterte i sin bok *The Five Dysfunctions of a Team* (Drevland, 2016) fem årsaker til at samarbeid svikter. For det første kan mangel på et målrettet team, i tillegg til deltakere med fokus på egne prestasjoner og måloppnåelse, føre til manglende fokus på prosjektets resultat. For det andre kan lav standard i utførelse samt liten forpliktelse til tidsfrister føre til lav ansvarsfølelse. For det tredje kan mangel på forpliktelse føre til at teamet ikke fanger opp muligheter, mangler selvtillit og frykter prosjektfiasco. For det fjerde vil team med konfliktskyhet ignorere kontroversielle temaer og mislykkes i å være åpne for alle prosjektdeltakernes meninger og perspektiver. Til slutt vil mangel på tillit føre til at prosjektdeltakerne finner grunner til ikke å tilbringe tid sammen i tillegg til å stole lite på andres ferdigheter og erfaring. Totalt sett kan dette føre til at samarbeidet og dermed prosjektet blir en fiasko.

I et samarbeid vil kommunikasjon være av vesentlig betydning, og god kommunikasjon trekkes frem som en viktig suksessfaktor av flere (Rolstadås mfl., 2014; Fortune og White, 2006; Pinto og Slevin, 1987). Rolstadås mfl. mener sågar at manglende eller sviktende kommunikasjon er den vanligste årsaken til at prosjekter mislykkes. Ifølge Rolstadås mfl. gjør prosjektets tidsavgrensede egenart at kommunikasjon bli spesielt viktig da den blant annet brukes til å ta beslutninger, koordinere innsatsen som er nødvendig for å nå prosjektets mål, skape motivasjon og tillit, samt utvikle og dele kunnskap og erfaringer. Rolstadås mfl. (2014) skiller i hovedsak mellom to typer kommunikasjon i et byggeprosjekt; *intern kommunikasjon* og *ekstern kommunikasjon*.

Den interne kommunikasjonen foregår innad i prosjektadministrasjonen, og ifølge Ørstavik og Røsdal (2011) fokuseres det sjelden eksplisitt på denne i produksjonsfasen. Dette medfører blant annet svakere koordinering og øker uoversiktligheten og kompleksiteten for prosjektdeltakerne. Videre mener Rolstadås mfl. (2014) det er viktig at det etableres klare rutiner for hvem av deltakerne i prosjektadministrasjonen som skal delta i de ulike arbeidsprosessene. Dette kan gjøres via en ansvarsmatrise som lister opp de ulike aktivitetene eller leveransene. For hver av disse aktivitetene eller leveransene markeres det hvilken deltaker i prosjektadministrasjonen som skal utføre arbeidet, hvem som er involvert i beslutningsprosessen og hvem som skal ta hovedbeslutningen, hvem som bør eller må rådføres og informeres, samt hvem som har ansvaret for fremdriften. Den eksterne kommunikasjonen foregår derimot mellom prosjektadministrasjonen og de viktigste eksterne ressursene, deriblant prosjekteier og brukere. Som hjelpemiddel til å utvikle tydelige kommunikasjonslinjer kan en kommunikasjonsplan utarbeides. Den beskriver i hovedsak

hvordan informasjon og dokumenter skal lagres, hvilken møtestruktur som skal benyttes og hvordan kommunikasjonen skal foregå.

Hva gjelder koordinering av arbeidet og kommunikasjon mellom deltakerne i prosjektet skjer dette i hovedsak gjennom møter. Utarbeidelse av en tydelig møtestruktur vil derfor være viktig (Rolstadås mfl., 2014). Møtestrukturen skal si noe om hvilke deltakere og møter som skal ta ansvar for hva, og hvem som skal ta beslutninger. Rolstadås mfl. (2014) trekker frem at møteaktiviteten i et byggeprosjekt raskt kan bli omfattende, og at det derfor er viktig med god møtekultur med korte, målrettede møter som samtlige deltakere kommer forberedt til. Ørstavik og Røsdal (2011) mener møter bør benyttes til å redusere kompleksitet i et byggeprosjekt. For å oppnå dette bør det presiseres avhengigheter og defineres arbeidsoperasjoner. I møtene vil det være viktig å skaffe relevant informasjon fra deltakerne og forhandle frem løsninger som ivaretar viktige hensyn. Ørstavik og Røsdal trekker frem at møter er en god arena for å bringe sammen kunnskap og erfaringer fra flere deltakere for å ta beslutninger på et bredere og bedre grunnlag.

### 3.1.3 Erfaringsoverføring og læring

Til tross for at byggeprosjekter baserer seg på kommunikasjon mellom mennesker understreker Randmæl (2011) at manglende erfaringsoverføring er et kjent problem i byggebransjen. Erfaringsoverføring er like viktig internt i prosjektet mellom prosjektdeltakerne som mellom de ulike prosjektene i bedriften. Ifølge Marquardt (2011) må organisasjoner lære raskere og tilpasse seg endringene i omgivelsene for i det hele tatt å overleve i det tjuelførste århundre. Marquardt mener dagens organisasjoner blant annet møter følgende utfordringer:

- Omorganisering og behov for å tilpasse seg raske endringer.
- Manglende ferdigheter hos nyutdannede.
- Raske endringer i ny og avansert teknologi.

Læring blir følgelig en kritisk prosess for organisasjonen og må tilnærmes på en strategisk måte og forankres operasjonelt i den daglige driften av organisasjonen. Marquardt (2011) mener det er ulike sider som kjennetegner en lærende organisasjon. Først og fremst er en det en organisasjon som lærer raskt og samlet, og som hele tiden søker etter å innhente, lede bedre og bruke ny kunnskap. Videre vil en lærende bedrift oppmuntre ansatte til å lære i den daglige driften, og både suksess og fiasko må anses som læring. Avslutningsvis har en lærende organisasjon ansatte som ser nytten i organisatorisk læring.

Ifølge Nonaka (1994) er kunnskap som kan uttrykkes med ord og tall toppen av et isfjell, der isfjellet tilsvarende all den kunnskapen som folk besitter. Nonaka referer til Polanyi (1966) som mener vi kan vite mer enn vi kan fortelle. Nonaka skiller mellom to typer kunnskapsgenerering i organisasjoner. *Eksplisitt kunnskap* referer til kunnskap som er overførbart gjennom

formalisering og språk. *Taus kunnskap* er derimot av personlig karakter og dermed vanskelig å formalisere og kommunisere videre. Den tause kunnskapen handler eksempelvis om fagkunnskaper, håndverk og ferdigheter som kommer til uttrykk i forskjellige kontekster.

Eksplisitt kunnskap kan overføres på to måter (Nonaka, 1994). Den første metoden innebærer at eksplisitt kunnskap overføres til annen eksplisitt kunnskap. Dette kan gjøres gjennom sortering, rekategorisering eller kontekstualisering, og kan i tillegg føre til ny kunnskap. Den andre måten er å overføre eksplisitt kunnskap til taus kunnskap. Det typiske eksempelet her er ifølge Nonaka klassisk læring der man tilegner seg eksplisitt kunnskap uten å uttrykke den videre. Overføringen av taus kunnskap kan i hovedsak skje på to måter (Nonaka, 1994), der nøkkelen er å tilegne seg taus kunnskap gjennom erfaring og sosialisering. Den første måten er å overføre taus kunnskap gjennom interaksjoner og sosialisering mellom mennesker. Dette kan gjøres uten språk og skjer ofte gjennom observasjon, etterlikning og utøvelse av praksis. Det typiske eksempelet som trekkes frem er læring av et håndverk. Den andre måten er å gjøre taus kunnskap eksplisitt gjennom formalisering. Eksempelet som Nonaka trekker frem i denne sammenhengen er kunnskapsdeling gjennom møter eller over telefon.

Evaluering og erfaringsoverføring i byggeprosjekter er ifølge Rolstadås mfl. (2014) den mest undervurderte og oversette oppgaven etter prosjektavslutning. Rolstadås mfl. understreker viktigheten av at kunnskapen som prosjektadministrasjonen har opparbeidet gjennom prosjektet må tas vare på og videreføres. En intern evaluering bør ifølge Rolstadås mfl. gjennomføres for å ta lærdom av det som både gikk bra og mindre bra. I tillegg kan det gjennomføres en ekstern evaluering mot andre prosjekter. Det viktigste er at det blir avsatt ressurser og tid til å gjennomføre en evaluering, og å sørge for at den faktisk blir gjennomført.

## **3.2 Organisering av byggeprosjekter**

Hvordan byggeprosjekter organiseres er et sentralt tema for å forstå hvordan ansvarsforhold, oppgaver og arbeidsflyt henger sammen. Herunder også hvem som har ansvar for fremdriftsplanlegging og hvordan denne påvirker prosjektet. I byggeprosjekter er byggherre, entreprenør og prosjekterende viktige roller (Eikeland, 1999), og prosjektets kontraktstrategi definerer i grove trekk hvordan ansvar, risiko, usikkerhet og styringsmulighet fordeles mellom disse (Lædre, 2014). Roller og kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekter omtales i det følgende.

### **3.2.1 Roller**

I de fleste bygg- og anleggsprosjekter er det en aktør som kjøper en tjeneste eller produkt av en annen aktør mot et vederlag. Tjenesten eller produktet er sjelden kun det ene eller andre, men snarere en kombinasjon av begge, da det ofte er snakk om oppføring (tjeneste) av et bygg (produkt) eller tilsvarende. Vederlaget er normalt i form av penger (Eikeland, 1999). De to

aktørene som normalt er representert i denne transaksjonen omtales ofte som byggherre og entreprenør. I tillegg til byggherre og entreprenør er prosjekterende en viktig aktør. Her finner vi gjerne arkitekt og et utvalg konsulenter (Eikeland, 1999).

Byggherre, prosjekteier, tiltakshaver eller oppdragsgiver er begreper som brukes i forskjellige sammenhenger og delvis om hverandre. Alle begrepene brukes mer eller mindre presist om en aktør som står overordnet ansvarlig for og finansierer et byggeprosjekt (Eikeland, 1999). Eikeland har forsøkt å definere disse begrepene. For alle praktiske hensyn i denne oppgaven er det derimot ikke nødvendig med noen entydig definisjon av disse begrepene, men det forsøkes heller ikke å overprøve deres betraktninger. Byggherreforskriften (2009) definerer en byggherre som «*enhver fysisk eller juridisk person som får utført et bygge- eller anleggsarbeid*». Denne definisjonen anses som dekkende for oppgaven, men det bør legges til at byggherre også betaler for å få arbeidene utført og samtidig erverver rettighetene til resultatet (Eikeland, 1999). I denne sammenhengen kommer også begrepet *ansvarlig søker* inn (plan- og bygningsloven, 2009, §23). Loven definerer ansvarlig søker som tiltakshavers (byggherres) representant overfor kommunen og ansvarlig søker er ansvarlig for samordning av prosjekterende, utførende og kontrollerende aktører, samt for ansvarsfordelingen mellom disse.

Entreprenøren er aktøren som har påtatt seg å utføre hele eller deler av byggeprosjektet. Dette inkluderer både utførelse, planlegging, organisering og ledelse av det avtalte arbeidet i henhold til den avtalte leveransen og kvaliteten. Entreprenørens belønning er vanligvis av økonomisk karakter og gjenspeiler omfanget på leveransen til entreprenøren. Hvor stor andel av prosjektets totale risiko entreprenøren har påtatt seg påvirker også belønningen (Eikeland, 1999). I ett og samme prosjekt kan det være en eller flere entreprenører som har kontrakter med byggherren. Det kan også være en rekke underentreprenører som har kontrakter med entreprenøren(e) kontrahert av byggherre. Antallet entreprenører og hvordan de er organisert i forhold til hverandre og byggherren avhenger sterkt av entreprisform. Dette utdypes nærmere i kapittel 3.2.2.

De prosjekterende har som hovedoppgave å utføre tegninger og beskrivelser som skal brukes til beslutninger om prosjektet og til å danne grunnlaget for produksjonen (Eikeland, 1999). Blant de prosjekterende finner vi arkitekter, konsulenter og rådgivere som er spesialister på sine respektive områder. Hvordan forholdet mellom prosjekterende, entreprenør og byggherre er organisert fremkommer også av prosjektets kontraktstrategi (Lædre, 2014).

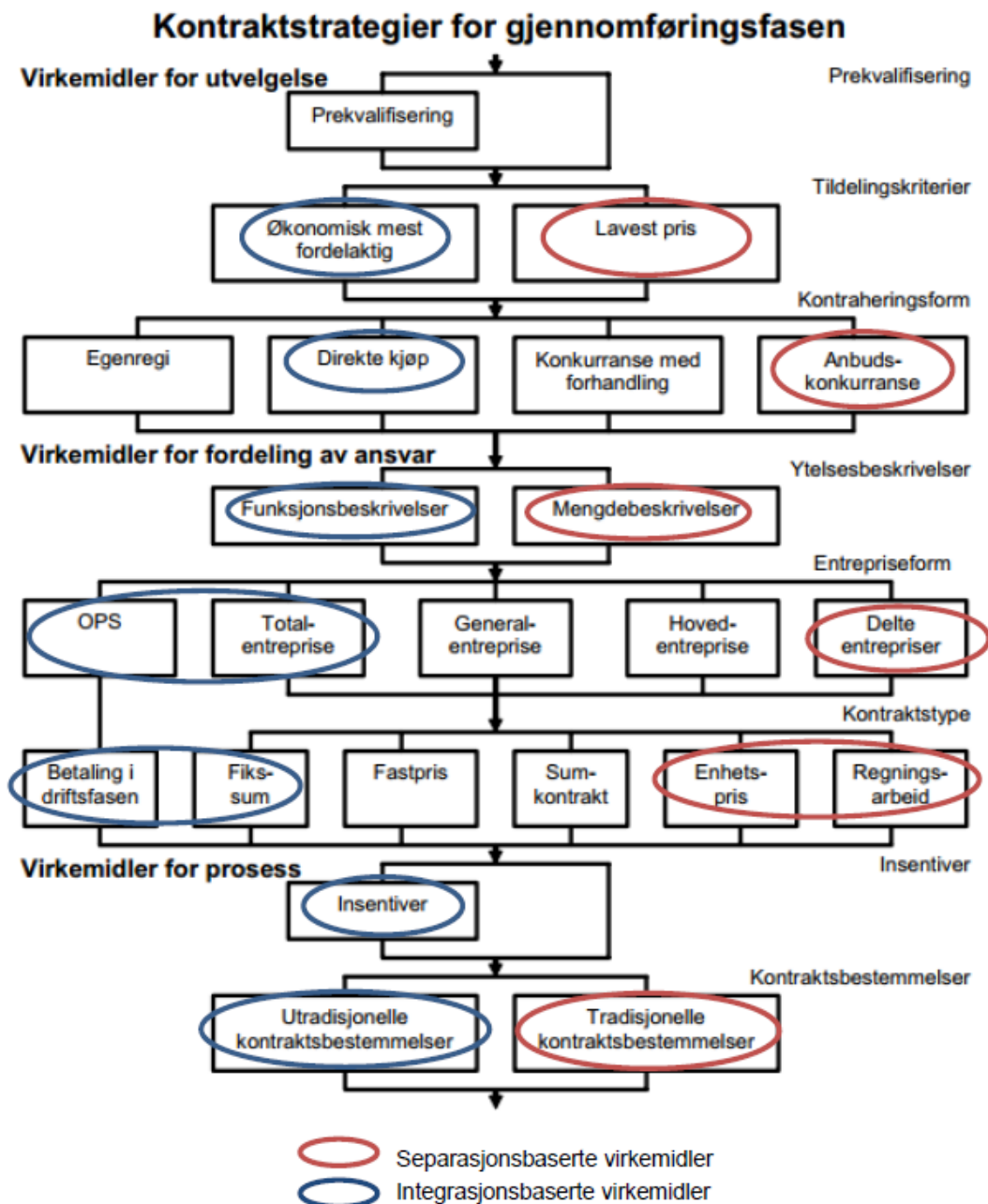
### 3.2.2 Kontraktstrategi

Lædre (2014) redegjør i boken *Kontraktstrategi for bygg- og anleggsprosjekt* utfyllende for hvordan kontraktstrategien med tilhørende virkemidler er definerende for byggeprosessen. Teorien i kapittel 3.2.2 er i stor grad basert på denne boken der ikke annet er oppgitt.

Kontraktstrategien for et prosjekt skal føre byggherres prosjektstrategi så vel som forretningsmessige strategi ut i prosjektet. På denne måten sikres det at prosjektet er forankret i byggherres behov. Dette gjelder for private så vel som offentlige byggherrer, enten det er snakk om oppussing av en enebolig, eller bygging av et offentlig veiprojekt til flere milliarder kroner. I det siste tilfellet er det samfunnets behov for bedre infrastruktur som skal sikres gjennom prosjektets kontraktstrategi.

Lædre (2014) mener valget av kontraktstrategi for bygg- og anleggsprosjekter i stor grad handler om å vurdere hvor mye av ansvaret byggherre skal sitte igjen med selv, og hvor mye byggherre skal betale andre for å påta seg. Kontraktstrategien kan variere mellom separasjonsbaserte og integrasjonsbaserte strategier. En separasjonsbasert kontraktstrategi medfører at byggherre beholder mesteparten av prosjektets samlede risiko og usikkerhet, men også handlingsrom og påvirkningsmulighet. En integrasjonsbasert strategi innebærer at mesteparten av ansvaret overføres til for eksempel en totalentreprenør, men dette reduserer byggherres påvirkningsmulighet og øker kostnaden.

Videre bygges en kontraktstrategi opp av ulike virkemidler for utvelgelse, fordeling av ansvar og for prosess. I de tre kategoriene er det flere virkemidler som benyttes, der noen representerer ytterpunktene for det separasjons- og integrasjonsbaserte, mens noen ligger et sted imellom. Ytterpunktene er markert i Figur 3. Da oppgaven omhandler fremdriftsplanlegging hos totalentreprenører fokuseres det her på kontraktstrategier for gjennomføringsfasen, men det bør også nevnes at det kan utarbeides kontraktstrategier for andre faser i prosjektgjennomføringen. En oversikt over de ulike virkemidlene som inngår i en kontraktstrategi for gjennomføringsfasen er vist i Figur 3.



Figur 3. Kontraktstrategier i gjennomføringsfasen

#### Virkemidler for utvelgelse

Som vi ser av Figur 3 er de tre virkemidlene for utvelgelse prekvalifisering, tildelingskriterier og kontraheringsform. Prekvalifisering innebærer å gjennomføre en vurdering av entreprenører eller grupper før kontraheringen påbegynnes. Dette kan gjennomføres for å kvalitetssikre eller kontrollere at tilbyderne oppfyller bestemte krav. Prekvalifisering er mest aktuelt på større prosjekter da det krever relativt mye av byggherres organisasjon.

Kriteriene for tildeling avgjør hva som skal legges til grunn i vurderingen av de ulike tilbud byggherren mottar. Her kan for eksempel fremdriftskrav inkluderes dersom man velger tildelingskriterier av typen økonomisk mest fordelaktig.



Kontraheringsformen avgjør hvordan byggherre og leverandør skal komme frem til en avtale. Ved kontrahering gjennom direkte kjøp gir byggherren entreprenøren mulighet til å foreslå løsninger, herunder også produksjonsoptimal fremdrift. Ved en anbudskonkurranse vil derimot entreprenøren ofte presse prosjektet på både tid og kostnad for å få tilslag på jobben. Fremdriften kan spesielt påvirkes dersom anbudskonkurransen kombineres med tildelingskriterier som premierer en kort fremdrift.

Lovverket rundt offentlige anskaffelser påvirker hvordan offentlige byggherrer kan benytte virkemidlene for utvelgelse, mens private byggherrer står langt friere. Dette gir seg blant annet utslag i at offentlige byggherrer er pålagt å benytte anbudskonkurranser dersom prosjektets totale kostnad overstiger fastsatte terskelverdier (FOA, 2006). I tillegg må den offentlige byggherren vektlegge prisen tyngst i tildelingen med mindre tildelingskriteriene er utformet som økonomisk mest fordelaktige. Da åpnes muligheten for å inkludere kriterier som tekniske løsninger, kvalitet og fremdrift.

#### **Virkemidler for fordeling av ansvar**

For fordeling av ansvar i bygge- og anleggsprosjekter benyttes virkemidlene ytelsesbeskrivelser, entrepriseform og kontraktstype. Ytelsesbeskrivelsene definerer hvordan byggherre beskriver sitt behov overfor entreprenøren. Dette kan gjøres i form av detaljerte mengdebeskrivelser eller som funksjonsbeskrivelser. I sammenheng med mengdebeskrivelser er det naturlig at byggherre har gjort seg detaljerte tanker om fremdrift i prosjektet, da det allerede er lagt ned en betydelig kalkulasjonsinnsats fra byggherres side. Situasjonen er annerledes ved funksjonsbeskrivelser da det i dette tilfellet blir opp til entreprenøren å tolke byggherres behov og utforme et forslag til løsning på dette. Funksjonsbeskrivelser gir entreprenøren mulighet til å foreslå løsninger og metoder som en gjerne har erfaring med eller som anses som effektive. Dette gir lavere risiko for både byggherre og entreprenør knyttet til både kostnader, kvalitet og fremdrift. Valget av ytelsesbeskrivelser er gjerne en konsekvens av valget av entrepriseform (Lædre, 2012).

Entrepriseformen som benyttes i prosjektet definerer i grove trekk fordelingen av styringsmulighet og ansvarsforhold mellom entreprenør og byggherre (Fjelldal og Moe, n.d.). I en totalentreprise overføres ansvar, risiko og styringsrom til en totalentreprenør, mens byggherre beholder disse selv ved bruk av delte entrepriser. Dette skjer fordi totalentreprisen inkluderer ansvar for både prosjektering og gjennomføring, mens ansvaret for prosjekteringen ved de andre entrepriseformene ligger hos byggherre (Lædre, 2014). Valget av entrepriseform blir dermed også definerende for hvilken aktør som blir ansvarlig for fremdriftsplanleggingen i prosjektet. Ved en totalentreprise blir dette totalentreprenøren, mens ved delte entrepriser administreres hele prosessen av byggherre og fremdriftsansvaret havner da hos denne.

Kontraktstypen som benyttes regulerer hvordan leverandørene får betalt for sine tjenester. Ytterpunktene er fikssum og regningsarbeid og valget av kontraktstype vil påvirke hvordan entreprenøren håndterer fremdriftskrav så vel som endringer fra byggherre.

### **Virkemidler for prosess**

Av Figur 3 ser vi at insentiver og kontraktsbestemmelser er de to virkemidler som kan brukes for å påvirke prosessen. Insentiver er belønning eller straff som utløses dersom bestemte handlinger, resultater eller hendelser oppstår. Belønning kan gjerne være bonuser dersom leveranser skjer i tide eller løfte om nye oppdrag dersom prosjektet leverer gode resultater. Straff kan typisk komme i form av dagmulkt dersom fremdriftsmessige milepæler overskrides.

Kontraktsbestemmelser kan være enten tradisjonelle eller utradisjonelle. De tradisjonelle kontraktsbestemmelsene er omforent av bransjen gjennom standarder og det finnes standardiserte kontraktsbestemmelser for de fleste entreprisformer. Utradisjonelle kontraktsbestemmelser har derimot ikke vært i bruk over så lang tid at de foreløpig er standardisert, men det er stadig flere eksempler på bruk av utradisjonelle kontraktsbestemmelser (Birkeland, 2014). Krav til for eksempel samlokalisering, målpriser og samspill er eksempler på dette.

### **3.2.3 Organisering av byggeprosjekter som totalentrepriser**

Da oppgaven handler om fremdriftsplanlegging i totalentrepriser er det vesentlig å utdype denne entreprisformen ytterligere enn det som er gjort over. En totalentreprise innebærer at byggherren kun har kontrakt med en totalentreprenør og at denne også står for prosjekteringen (Lædre, 2014). Det er vanlig at totalentreprenøren er kontrahert gjennom en anbudsprosess der anbudet er kalkulert på bakgrunn av byggherres funksjonsbeskrivelser, men det finnes også eksempler på direkte kontrahering og forhandlede totalentrepriser. De to siste forekommer i hovedsak hos private byggherrer. Med valget av totalentreprise i et byggeprosjekt er det gjerne naturlig at det også velges funksjonsbeskrivelser og fikssum eller fastpris som kontraktstype (Lædre, 2014).

Sampillsavtaler er også blitt en utstrakt arbeidsform for mange totalentreprenører (EBA og Brodtkorb, 2015). Dette innebærer vanligvis at totalentreprenør, arkitekt og prosjekterende sammen er forpliktet overfor byggherre gjennom en partneringallianse og at de gjerne samarbeider med byggherre om utvikling av prosjektet fra et veldig tidlig stadie.

Totalentreprenørens prosjektadministrasjon varierer i størrelse, men noen sentrale stillinger eller funksjoner vil normalt fylles. Under følger en kort redegjørelse for disse:

**Prosjektleder (PL)** har det overordnede ansvaret for organisering og ledelse av prosjektet som helhet. Prosjektleder er gjerne øverste ansvarlig for økonomi, fremdrift og kvalitet, men distribuerer og koordinerer dette ansvaret med resten av prosjektorganisasjonen (Eikeland, 1999).

**Prosjekteringsleder** har ansvaret for å koordinere de prosjekterende med hensyn til løsninger som utarbeides og fremdrift i prosjekteringsprosessen i form av rett produksjonsunderlag til rett tid (Eikeland, 1999).

**Produksjonsleder**, heretter **anleggsleder (AL)**, er personen som har det øverste faglige tilsyn med aktivitetene som gjennomføres på byggeplassen (NS-EN 13670:2009).

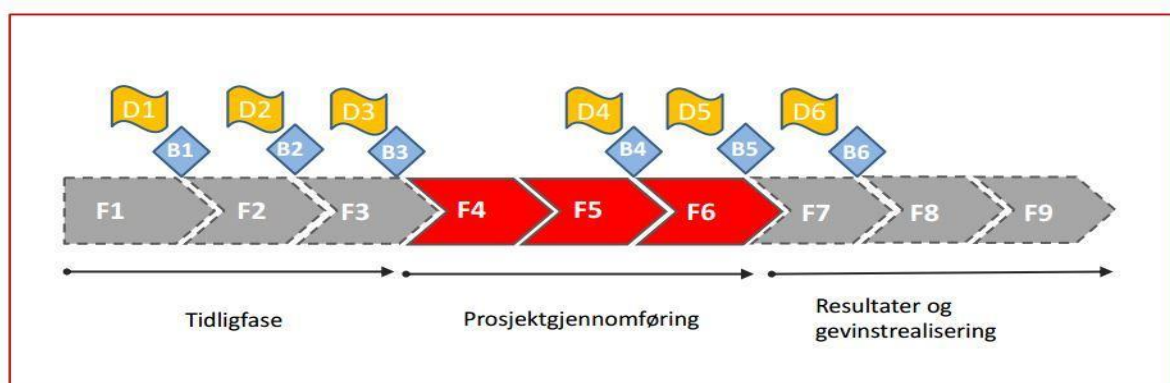
**Formann** er en person som normalt har ledelsen for hele eller en avgrenset del av arbeidet eller personale på byggeplassen, og som er faglig underlagt en produksjonsleder (NS-EN 13670:2009).

**Bas** er en person som selv eller som leder av et arbeidslag detaljstyrer en arbeidsutførelse (NS-EN 13670:2009).

### 3.3 Prosjektmodeller

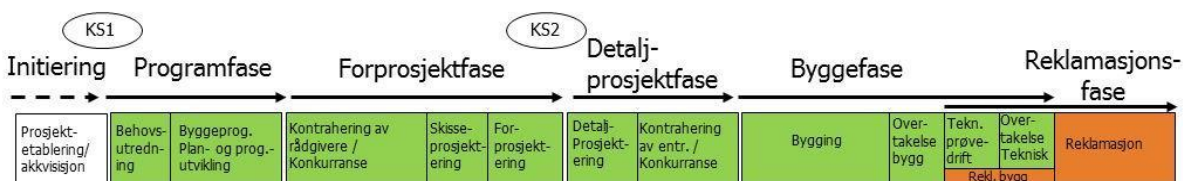
Det finnes mange forskjellige metoder og modeller for å beskrive prosjekter, herunder også byggeprosjekter. Vi vil i det følgende presentere et lite utvalg av prosjektmodeller, før vi i kapittel 3.3.1 presenterer Bygg 21 sitt nylig definerte rammeverk for beskrivelse av byggeprosessen (Bygg21, 2015).

Baldwin og Bordoli (2014) bruker begrepet *Project Cycle* og beskriver dette som et livsløp bestående av ulike faser med varighet og innhold som varierer med prosjekttype og bransje. Samset og Volden (2013) definerer en prosjektmodell som en standard inndeling i prosjektfaser (F), med beslutningspunkter (B) og krav til dokumentasjon (D). Figur 4 viser Samset og Volden (2013) sitt eksempel på en generell prosjektmodell.

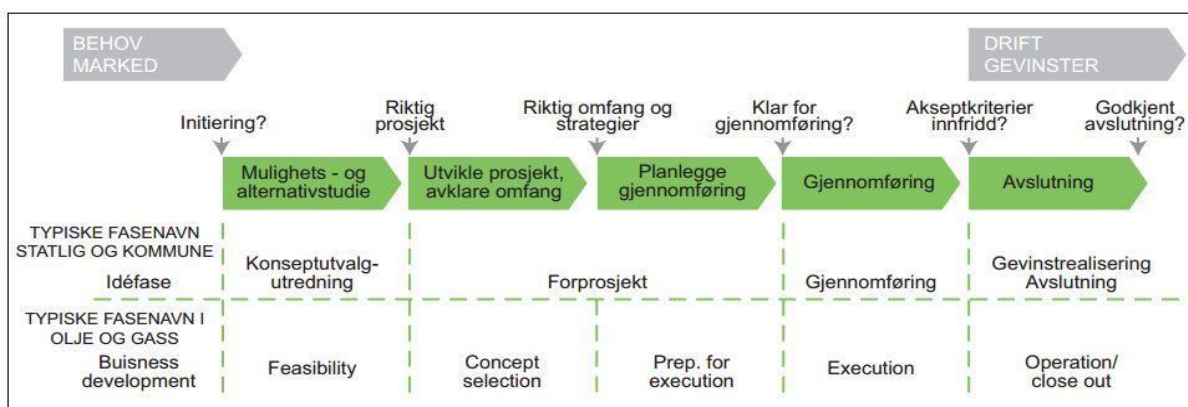


Figur 4. Prosjektmodell med faser, beslutningspunkter og dokumentasjonskrav (Samset og Volden, 2016)

For eksempler på prosjektmodeller som er i daglig bruk er det naturlig å se til store offentlige aktører i Norge da de fleste av disse har sine egne prosjektmodeller (Andersen mfl., 2016). Felles for disse prosjektmodellene er at de gjerne er inndelt i 5-6 faser og har beslutningspunkter mellom fasene. Prosjektmodellene til Statsbygg og illustrasjon av prosjektmodell for statlige byggeprosjekter er vist i henholdsvis Figur 5 og Figur 6.



Figur 5. Statsbyggs sin prosjektmodell (Gomnæs, 2016)



Figur 6. Illustrasjon av modell for gjennomføring av statlige byggeprosjekter (NOU, 2015:14)

Vi ser at begge prosjektmodellene over har en form for gjennomføringsfase. Det er i denne fasen totalentreprenøren produserer bygningen. Totalentreprenøren kan også involveres i det Statsbygg omtaler som detaljprosjektfase da totalentreprenøren også har ansvaret for

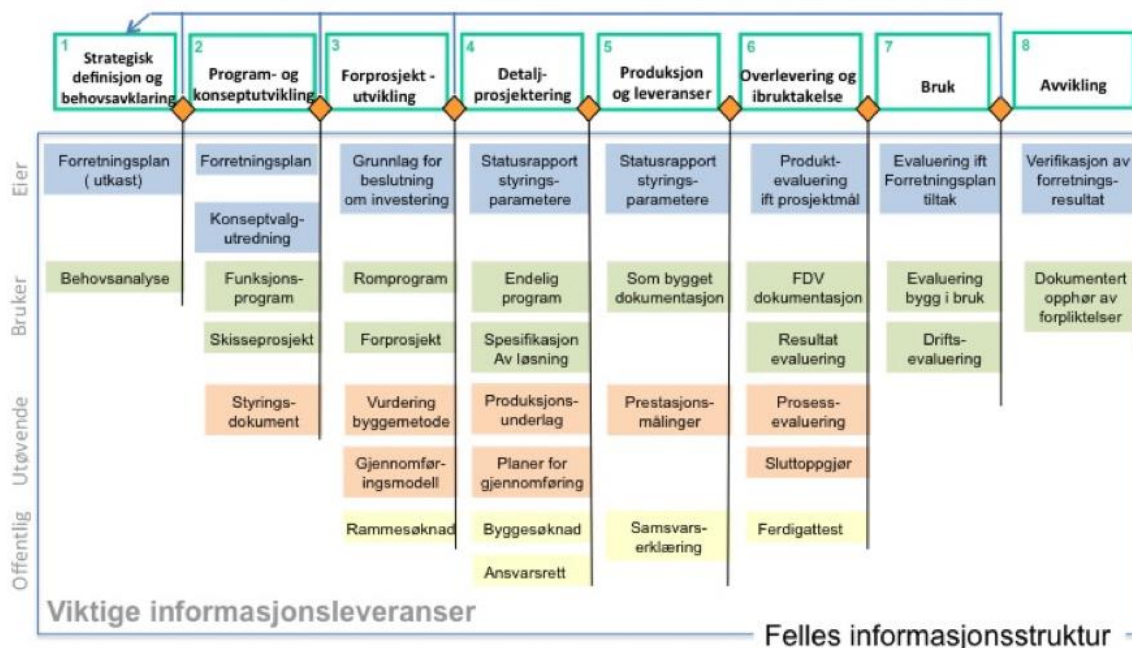
prosjektering. Ved samspillsentrepriser kan det også skje at totalentreprenøren involveres i det som omtales som forprosjektfasen da entreprenør, rådgivere og arkitekt utvikler prosjektet sammen med byggherren (EBA og Brodtkorb, 2015).

### 3.3.1 Neste Steg

For å motvirke utviklingen i norsk bygg-, anleggs- og eiendomsnæring (BAE-næring), der bransjen blir stadig mer fragmentert og suboptimalisert, har Bygg21 (2015) utarbeidet et felles rammeverk for byggeprosesser i Norge. Dette rammeverket kalles *Neste Steg* og beskriver byggeprosessen i åtte steg, fra start til avvikling. *Neste Steg* belyser også byggeprosessen gjennom fire ulike perspektiver; eier-, bruker-, utøvende- og offentlig perspektiv. De ulike perspektivene må anses som generiske da det ikke nødvendigvis er kun en aktør som ser byggeprosessen fra dette perspektivet. Hensikten med perspektivene er å skape forståelse for hvilken informasjon som er nødvendig for de ulike aktørene i hvert steg, slik at beslutninger kan tas til rett tid og på rett grunnlag. Bygg21 (2015) trekker frem at forskning kan dokumentere at verdibasert samhandling gir bedre bygg og lavere kostnader. *Neste Steg* er resultatet av arbeidet gjennomført av en samlet byggebransje i 2015 og skal bidra til (Bygg21, 2015):

- Bedre informasjonsflyt mellom aktørene.
- Øke produktivitet og verdiskapning.
- Øke forståelsen for ulike perspektiver og helheten.
- Felles begrepsbruk for bygg- og anleggsprosjekter.

Hovedtrekkene i *Neste Steg* er oppsummert i Figur 7.



Figur 7. Rammeverket Neste Steg (Bygg21, 2015)

Fasenormen *Neste Steg* benytter en systemtankegang som vektlegger riktig informasjon i hvert steg for å oppnå informasjonsflyt (Bygg21, 2015). Denne tankegangen bygger på at output fra et steg danner input for det påfølgende steget, og forutsetter at riktig input må være på plass før det påfølgende steget kan starte. Følgelig må også riktig output være på plass før et steg kan avsluttes. Bygg21 (2015) omtaler informasjonen som går mellom de ulike stegene som informasjonsleveranser. Disse informasjonsleveransene er illustrert i Figur 7, og fremkommer gjerne som en form for dokumentasjon. Typiske eksempler er dokumenter, planer, beskrivelser, tegninger og modeller. Logikken med informasjonsleveranser som output fra et steg og input til det neste er illustrert i Figur 8.



Figur 8. Input/output-tankegangen i Neste Steg (Bygg21, 2016)

### 3.4 Grunnlag for fremdriftsplanlegging

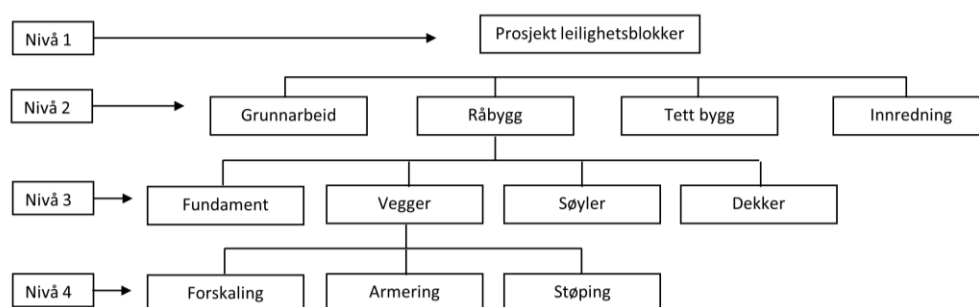
Baldwin og Bordoli (2014) understreker at omfanget til et prosjekt må defineres tydelig. For få en oversikt over prosjektets omfang og danne grunnlag for fremdriftsplanleggingen er *Work Breakdown Structure (WBS)* et mye benyttet verktøy i byggebransjen (Baldwin og Bordoli, 2014; Patrick, 2004). Videre danner lover og regler rammer for byggeprosjekter, herunder også fremdriftsplanlegging. WBS og regelverk som påvirker fremdriftsplanleggingen er tema i de påfølgende delkapitler.

#### 3.4.1 Work Breakdown Structure (WBS)

Ifølge Cooke og Williams (2009) må omfanget av prosjektet identifiseres og defineres for å beskrive hva prosjektet skal inkludere, og hva det ikke skal inkludere. Burke (sitert i Cooke og Williams 2009, s.133) mener WBS er et nøkkelverktøy til å definere dette omfanget, og at hensikten med WBS er å dele prosjektet inn i håndterbare arbeidspakker som kan få estimert en varighet, bli planlagt og tildelt de som skal utføre oppgaven, samt kontrollert. En WBS definerer dermed prosjektets ulike elementer i en logisk og hierarkisk orden, og grupperer de på en måte som gjør det enklere å organisere og definere prosjektets totale omfang. Det vanligste er å begynne med de største delene av prosjektet og dele disse inn i mindre og mindre

arbeidspakker og nivå. Se eksempel i Figur 9. Til slutt står man igjen med aktiviteter med konkrete og avgrensede oppgaver (Halleraker, 2014). På denne måten blir det enklere å estimere arbeidsomfanget og tildele arbeidet ressurser (Baldwin og Bordoli, 2014).

Det finnes ulike teknikker for nedbrytning. To av de mest brukte innen byggebransjen er aktivitetsbasert planlegging og lokasjonsbasert planlegging (Saad mfl., 2015; Rolstadås mfl., 2004). Aktivitetsbasert planlegging konsentrerer seg om aktivitetene som skal gjennomføres og relasjonene mellom disse, se Figur 9. Den mest kjente metoden innen aktivitetsbasert planlegging er *Critical Path Method* (CPM) som analyserer og planlegger rekkefølgen på de ulike aktivitetene ut ifra en WBS. Dette vil bli omtalt nærmere i kapittel 3.6.2.



Figur 9. Aktivitetsbasert prosjektnedbrytning

Lokasjonsbasert planlegging konsentrerer seg om lokasjonen hvor arbeidet skal utføres (Andersson og Christensen, 2007). Dette er typisk der prosjektet karakteriseres av kontinuerlig arbeid der aktivitetene utføres i ulike lokasjoner i en bygning, og arbeidsoppgavene kjennetegnes med å være repeterende aktiviteter (Saad mfl., 2015). Lokasjonsbasert planlegging benyttes ofte i sammenheng med *Line of Balance* (LOB) (Andersson og Christensen, 2007). Dette vil bli omtalt nærmere i kapittel 3.6.6.

### 3.4.2 Lovverk og offentlige forhold som påvirker fremdriftsplanleggingen

I fremdriftsplanlegging i byggeprosjekter må entreprenører og andre naturlig nok forholde seg til lovverk og offentlige myndigheter. I det følgende vil det kort redegjøres for de mest sentrale av disse forholdene.

Byggherreforskriften (2009) er hjemlet i arbeidsmiljøloven (2005) og stiller krav til byggherres ivaretagelse av sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA) på bygge- og anleggsplasser. I forskriften stilles det krav til at byggherre setter av tilstrekkelig tid til prosjektering og utførelse av de forskjellige arbeidsoperasjoner. Det stilles også krav til utarbeidelse av en plan for ivaretagelse av SHA, såkalt *SHA-plan*. Denne skal inkludere «[...] en fremdriftsplan som beskriver når og hvor de ulike arbeidsoperasjoner skal utføres [...] hvor det tas hensyn til samordning av de forskjellige

arbeidsoperasjonene» (Byggherreforskriften, 2009). Videre påpekes det at byggherre skal stille krav til avsperring, sikker atkomst og ferdselsveier, lagringsplass og avfallshåndtering, forsvarlige arbeidstidsordninger samt personalrom og innkvartering. Alle disse forholdene påvirker entreprenørens fremdriftsplanlegging, enten direkte eller indirekte, gjennom krav til organisering av bygg- og anleggsplassen.

Byggesaksforskriften (2010), ofte omtalt som SAK10, er hjemlet i plan- og bygningsloven (2008) og regulerer forholdet mellom tiltakshaver og det offentlige. I byggesaksforskriften med tilhørende veileder (DiBK, 2011) fremkommer det «[...] regler om byggesaksbehandling, kvalitetssikring og kontroll, om tilsyn, om godkjenning av foretak for ansvarsrett og om reaksjoner der reglene ikke er fulgt.» Dette innebærer blant annet krav til rammesøknad, igangsettingstillatelse(r), midlertidig brukstillatelse og ferdigattest, samt det offentliges saksbehandlingstider. I forskriften med veileder fastsettes også ansvarsfordelingen mellom tiltakshaver, ansvarlig søker, ansvarlig prosjekterende, ansvarlig utførende og ansvarlig kontrollerende.

### 3.5 Praksis for fremdriftsplanlegging

*«Time management is about being organised, setting goals, working in priority order, protecting your time, and exercising conscious control over the time spent on individual activities.»*

Baldwin og Bordoli (2014, s.53)

Cooke og Williams (2009) trekker frem at planlegging er en vesentlig suksessfaktor for å oppnå effektiv kontroll over tid, penger og ressurser i byggeprosjekter. Ifølge Baldwin og Bordoli (2014) har den stadig økende kompleksiteten i byggeprosjekter medført et økende behov for standardisering av planstruktur og -design. Både Baldwin og Bordoli og Cooke og Williams har samlet det de anser for god praksis for prosjektplanlegging og -styring i omfattende lærebøker, hvorav fremdriftsplanlegging er en vesentlig del av dette. I det følgende omtales deres syn på en effektiv tidsstyring og fremdriftsplanlegging gjennom redegjørelse for planstruktur og planleggingsprosesser i ulike faser samt aktiviteter, flyt og buffere i fremdriftsplanene.

#### 3.5.1 Planhierarki

Ifølge Baldwin og Bordoli (2014) har den økte kompleksiteten i byggeprosjekter medført et behov for økt standardisering i utformingen av fremdriftsplaner. Som eksempel på godt planhierarki trekker de frem anbefalingene til *The Chartered Institute of Building* (CIOB) som innebærer fremdriftsplaner i fem nivåer.



**Nivå 1** i strukturen er det mest overordnede nivået og planer på nivå 1 viser kun hovedaktiviteter og milepæler, gjerne representert på kun ett ark.

**Planer på nivå 2** viser hovedaktiviteter, gjerne etter områder eller bygningsdeler i prosjektet. Dersom prosjektet er så stort at det må deles inn i flere planer skal alle underplanene eller hele prosjektet være synlig på dette nivået.

**Nivå 3** trekkes frem som prosjektlederens plan. Denne planen skal vise alle aktivitetene i prosjektet, samt den kritiske veien, tilstrekkelig detaljert til at alle aktivitetene kan tidfestes i prosjektet. Mange store beslutninger må være avgjort på denne planen. For eksempel må valget av bæresystem være synlig da dette påvirker tidfestingen i denne planen. Aktivitetene som skal gjennomføres av underentreprenører må være synlige slik at denne planen kan omforenes av alle aktører. Denne planen kan være til intern bruk i prosjektet som vil si at den ikke nødvendigvis må presenteres for byggherre.

**På nivå 4** viser ikke lenger planene hele prosjektet, men heller en tidshorisonnt på noen uker eller måneder. Til forskjell fra planene på nivå 3 må disse planene være ytterligere detaljert da mange aktører trenger detaljert informasjon for å styre spesifikke deler av prosjektet eller arbeidet. Planene på nivå 4 kan trekkes direkte ut fra planene på nivå 3, og alle aktiviteter på nivå 4 må ha en definert start- og sluttdato. Disse planene omtales av og til som *constraints schedules* og det bør lages egne planer for alle underentreprenører.

**Planene på nivå 5** skal være i samsvar med planene på nivå 3, men langt mer detaljerte slik at arbeidsflyten fremkommer tydelig. Alle aktiviteter hos alle fag skal være synlige og planen benyttes av formenn og baser i utførelsen av arbeidet. Planene på nivå 5 er kortsiktige og dekker gjerne arbeidet for den kommende uken.

Baldwin og Bordoli (2014) trekker frem at ikke alle nivåene i hierarkiet nødvendigvis må benyttes i alle prosjekter. Nivå 3, 4 og 5 kan for eksempel slås sammen til en detaljert fremdriftsplan og på små prosjekter kan nivå 2 sløyfes. Det trekkes frem som vesentlig at planene på de forskjellige nivåene samsvarer med hverandre. En ovenfra og ned-struktur anbefales i utarbeidelsen av planene der alle berørte parter på hvert nivå involveres i planutarbeidelsen. Planene på nivå 1 benyttes til å detaljere planene på nivå 2, hvorpå planen omforenes og danner grunnlag for detaljering på nivå 3 og så videre. Denne arbeidsgangen er ikke alltid mulig å gjennomføre, men bør etterstrebes. I virkeligheten lages gjerne planene på litt forskjellige nivåer og detaljeres uavhengig av hverandre, men for å lykkes med dette må det stilles strenge krav til planlegging og omforening med de forskjellige aktørene slik at samsvaret mellom de ulike nivåene i hierarkiet ivaretas.

Baldwin og Bordoli (2014) trekker også frem at det bør være samsvar mellom nivåinndelingen av fremdriftsplanene og prosjektets nedbrytningsstruktur (WBS). Dette fordi det gir et felles grunnlag for kostnadsoppfølging, kalkyle og fremdriftsplanlegging.

### 3.5.2 Fremdriftsplanlegging i tiden mellom kontraktsignering og produksjonsstart

Etter kontraktsignering mellom byggherre og totalentreprenør må totalentreprenøren gjenoppta fremdriftsplanleggingen fra anbudsfasen (Baldwin og Bordoli, 2014). I denne perioden vil hovedoppgaven til planleggeren være todelt. Først og fremst må planleggeren fremskaffe mer detaljert informasjon enn det som forelå under utarbeidelsen av fremdriftsplanen i anbudsfasen. Videre må planleggeren bistå oppstarten på byggeplassen, og i denne forbindelse er det viktig at planleggeren og prosjektadministrasjonen som skal styre prosjektet samarbeider tett slik at informasjonsoverføring finner sted.

I fasen mellom kontraktsignering og oppstart på byggeplass vil det fremkomme stadig mer informasjon etterhvert som prosjektet skrider fremover. I tillegg vil kontraktsvilkårene være kjent. Planleggeren må derfor fortløpende gjøre seg kjent med og forstå informasjonsstrømmen. Baldwin og Bordoli (2014) understreker viktigheten av at utdatert informasjon ikke inngår i den videre planleggingen da dette kan føre til at det produseres på feil grunnlag. Det må derimot hele tiden planlegges etter et oppdatert informasjonsgrunnlag og versjonskontroller av dokumentasjonen er et viktig hjelpemiddel for å sikre dette. Ifølge Cooke og Williams (2009) skal fremdriftsplanleggingen i denne fasen:

- Fremskaffe en bred oversikt eller strategi for prosjektet.
- Hensynta kontraktsbestemmelsene.
- Etablere en produksjonsrekkefølge.
- Identifisere viktige tidspunkt i prosjektet.
- Belyse viktige krav til informasjon.
- Fastsette viktige tidspunkt som hensyntar viktige leveranser og underentreprenører.

I det følgende vil det redegjøres for hva Baldwin og Bordoli (2014) mener fasen mellom kontraktsignering og produksjonsstart bør omfatte:

**Oppstartsmøter.** Her vil det diskuteres nødvendige forberedelser for å starte opp arbeidet. Det vil i hovedsak være to oppstartsmøter i denne fasen (Cooke og Williams, 2009). Det ene møtet vil være et internt oppstartsmøte hvor planleggeren får overlevert anbudsdokumenter og notater fra prisingen av anbudet. I tillegg vil det bli diskutert materialer, innspill fra underentreprenører, nøkkeldatoer og risiko i prosjektet. Det andre møtet er et eksternt oppstartsmøte hvor de ulike aktørene blir presentert for hverandre, kontraktsdokumenter signert og rutiner for kommunikasjonen fastlagt.

**Valg av underentreprenører og leverandører.** Anbudet inkluderer priser basert på pristilbud fra ulike underentreprenører og leverandører. Disse tilbudene må gjennomgås på ny og det må tas en avgjørelse på om underentreprenøren eller leverandøren skal velges, eller om det skal sendes ut nye prisforespørsler.

**Riggplanlegging** gjennomføres etter at underentreprenørene er kontrahert, og **metoder for gjennomføring av prosjektet** revurderes og eventuelt revideres.

**Utarbeidelse av hovedfremdriftsplan** utføres på bakgrunn av den grove fremdriftsplanen utarbeidet i anbudsfasen. Det er viktig at endringer og tillegg som har fremkommet etter kontraktsignering implementeres i planen. Hovedfremdriftsplanen skal vise hovedoperasjonene og rekkefølgen mellom disse, samt en beslutningsplan ovenfor prosjekterende. Hovedfremdriftsplanen skal sendes ut til byggherre slik at byggherre kan kontrollere den faktiske fremdriften opp mot denne. Hovedfremdriftsplanen skal fremstå strukturert og med god lesbarhet slik at alle aktørene i prosjektet kan forstå den. I tillegg skal den danne grunnlag for videre produksjonsplaner. CIOB anbefaler at det vedlegges en beskrivelse av hva som er lagt til grunn for planleggingen av hovedfremdriftsplanen slik at eventuelle antagelser kommer tydelig frem for alle parter.

**Utarbeidelse av ressursplaner.** Her bør det fremkomme hva som behøves av ressurser slik at innkjøp av materialer og leveranser kan påbegynne.

**Revidere risikovurderingen** som ble utarbeidet i anbudsfasen for å få oversikt over og få på plass potensielle uforutsette hendelser.

### 3.5.3 Fremdriftsplanlegging i produksjonsfasen

I produksjonsfasen vil totalentreprenørens oppgave være å opprettholde kontroll over produksjonen, samt påse at prosjektet blir ferdig til avtalt tid og kostnad (Baldwin og Bordoli, 2014). Dette innebærer en løpende produksjonsplanlegging gjennom hele produksjonsfasen. Ifølge Cooke og Williams (2009) skal fremdriftsplanleggingen i denne fasen:

- Styre og kontrollere hovedfremdriftsplanen.
- Planlegge konkrete arbeidsoperasjoner på byggeplassen.
- Optimalisere og vurdere nødvendige ressurser.
- Holde oversikt over prosjektet og rapportere ulike endringer.

Baldwin og Bordoli (2014) mener følgende bør gjennomføres i produksjonsfasen:

**Månedlig planlegging**, også kalt **langtidsplanlegging**, innebærer ifølge Cooke og Williams (2009) planlegging av tidsrommet 4-6 uker frem i tid. Baldwin og Bordoli (2014) mener videre at produksjonsfasen kontinuerlig blir forstyrret av uforutsette hendelser og endringer som var vanskelige eller umulige å få oversikt og kontroll over på et tidlig stadie. Det er viktig at disse undersøkes og settes på dagsorden umiddelbart, og dette vil i hovedsak være oppgaven til den månedlige planleggingen. Dette er ifølge Baldwin og Bordoli en tradisjonell produksjonsstyring, og kan også kalles *kontrollsyklusen*. Denne baserer seg på en reaktiv tilnærming og innebærer følgende steg:

- Planlegge og forberede produksjon.
- Oppstart av produksjon.
- Måling av prestasjon.
- Vurdering av faktisk produksjon i forhold til planlagt produksjon.
- Vurdering av avvik. Dette gjelder produksjon foran så vel som bak planlagt fremdrift.
- Avgjøre om det er behov for tiltak.
- Replanlegge hvis nødvendig og implementere ny plan i produksjonen.

**Ukeplanlegging**, også kalt **korttidsplanlegging** er ifølge Cooke og Williams (2009) planlegging 1-2 uker frem i tid. Baldwin og Bordoli (2014) understreker at hovedfremdriftsplanen setter milepælene, men at det i produksjonsfasen vil være nødvendig å ukeplanlegge slik at de ulike arbeidslagene på byggeplassen blir forsynt med informasjon om arbeidet som skal gjøres i de ulike lokasjonene av bygget. Denne planleggingen kan være basert på tradisjonelle metoder som CPM med høy tetthet i detaljeringen, eller nyere metoder som *Last Planner System* (LPS). Disse og andre metoder beskrives nærmere i kapittel 3.6 og 3.7. Ukeplanleggingen kan også ta i bruk ulike teknikker for virtuell planlegging som BIM og 4D. Uavhengig av hvilke metoder og verktøy som legges til grunn for eller benyttes i ukeplanleggingen vil det være viktig å fremme samarbeid mellom de ulike aktørene for å sikre gjennomførbarheten til de ulike planene.

**Rapportering.** Prosjektledelsen har behov for rapportering av blant annet prestasjonsanalyser, arbeid gjennomført den siste perioden, arbeid som skal gjennomføres neste måned og et sammendrag av endringer som er foretatt den siste perioden. Det anbefales å rapportere dette på månedlig basis.

Cooke og Williams (2009) presenterer et forslag til møtestruktur for kontrollprosessen i produksjonsfasen og trekker frem flere faktorer som bidrar til en effektiv møtevirksomhet. Først og fremst er det viktig med korte møter med en klar agenda der de riktige deltakerne er involvert slik at rett informasjon når rett person uten å passere gjennom flere ledd. Ved å inkludere de rette personene i møter kan også beslutninger tas direkte i møtet. Videre er

møtene å anse som viktige arenaer for koordinering og samarbeid, og det er en fordel å oppmuntre til en møtekultur som fremhever beslutningsevne og problemløsning. Avslutningsvis fremheves det at prosjektadministrasjonen må påse at det er en fornuftig balanse mellom arbeid og møter, da for mange møter kan forstyrre arbeidsflyten i prosjektet. Cooke og Williams trekker frem følgende eksempler på møter som typisk foregår i produksjonsfasen:

**Månedlige byggeplassmøter.** I disse møtene er det typisk at fremdriften diskuteres, det opplyses om manglende tegningsgrunnlag og informasjon, prosjekteringsutfordringer tas opp, krav fra underentreprenører og leverandører legges frem og endringer diskuteres. Cooke og Williams understreker viktigheten av at agendaen sendes ut før møtet.

**Ukentlige fremdriftsmøter.** I disse møtene skal kortsiktige planer for foregående uke gjennomgå, og kortsiktige planer for forestående arbeid den neste uken skal koordineres. Koordinering regnes som en suksessfaktor for prosjektet. De ukentlige møtene benyttes til å etablere den kortsiktige planen, eller *utkikksplanen* (engelsk; *look-ahead programme*), for de neste 1-2 ukene, samt diskutere grensesnitt mellom de ulike aktørene og andre aktiviteter på byggeplassen. Andre typiske temaer for møtet er oversikt over ulike forutsetninger for kommende ukes produksjon, årsaker til eventuelle forsinkelser fra forrige ukes plan, nødvendige ressurser for å gjennomføre planlagt produksjon, samt diskusjon av grensesnitt mellom de ulike aktørene.

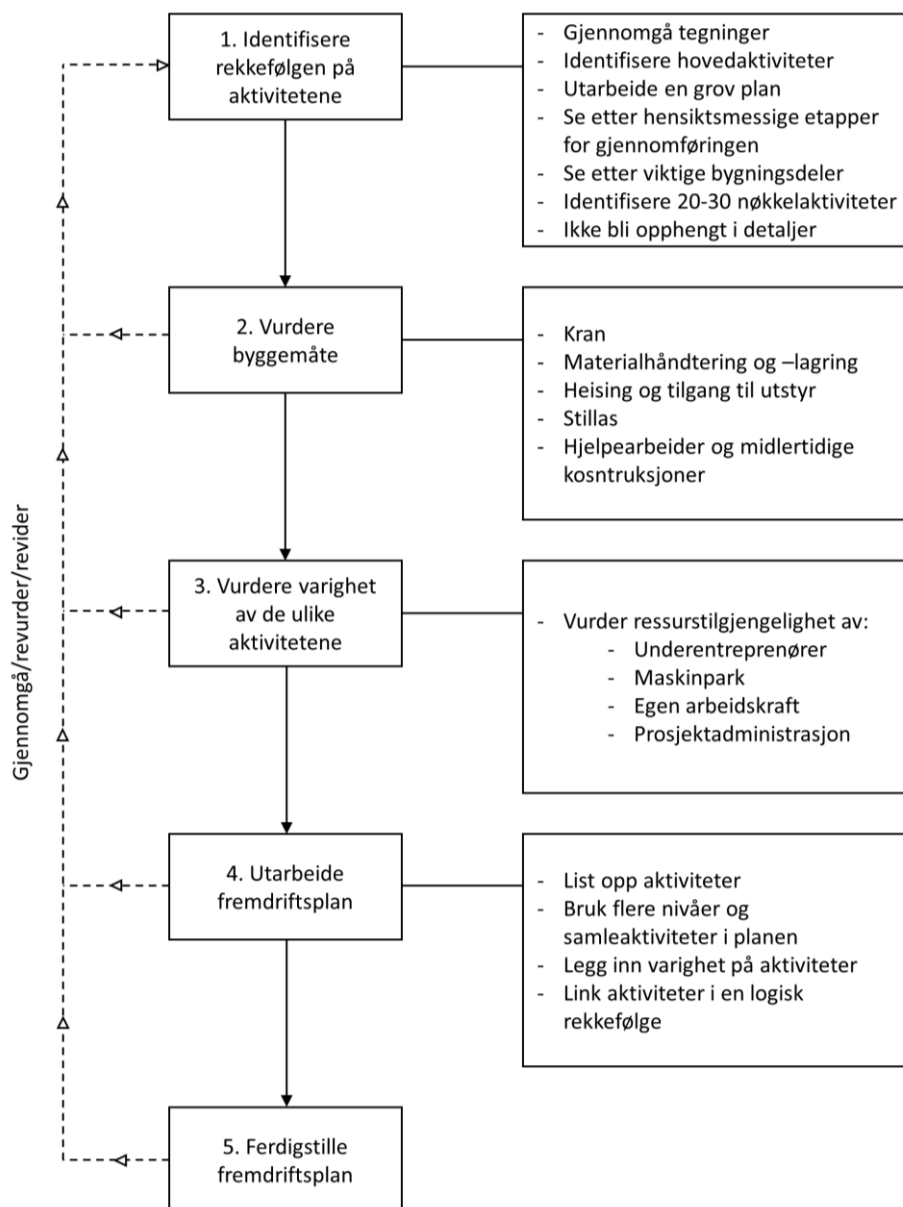
### 3.5.4 Aktiviteter i fremdriftsplanene

I all fremdriftsplanlegging vil det før eller siden bli behov for å identifisere diskrete og gjennomførbare aktiviteter. Aktivitetene må identifiseres, rekkefølge og avhengigheter bestemmes og aktivitetsvarighet og ressurser vurderes. I det følgende vil det redegjøres for disse temaene.

Ifølge Baldwin og Bordoli (2014) vil hvilke aktiviteter som vises i en fremdriftsplan variere med plannivå, brukere av planen og hvor i prosjektlevetiden man befinner seg. Detaljeringsgraden skal variere med tiden til utførelse, og selv om prosjekteringen er fullført og alle detaljer bestemt har det ingen hensikt å detaljere alle aktivitetene fullt ut i fremdriftsplanen før utførelsen av de aktuelle aktivitetene nærmer seg. Ballard (2000) støtter prinsippet om å detaljere aktiviteter nærmere utførelsen av aktiviteten og begrunner dette med at det i dynamiske produksjonsmiljøer finnes usikkerhet og variasjon som gjør det umulig å detaljplanlegge en aktivitet lenge før utførelsen av aktiviteten. Ballard og Howell (2003) bruker begrepet *Last Responsible Moment* om øyeblikket en avgjørelse ideelt sett bør tas og en aktivitet låses.

Ifølge Baldwin og Bordoli (2014) opererer CIOB med *lav, middels og høy* tetthet i detaljeringsgraden av fremdriftsplaner. Lav tetthet benyttes for de mest overordnede planene, mens høy tetthet er en forutsetning for arbeidet som skal gjennomføres på kortest sikt. Tettheten eller detaljeringsgraden i planen påvirker ikke bare hvilke aktiviteter som inkluderes i planen, det påvirker også aktivitetsnavn, varighet og annen relevant informasjon i planen.

Alle planer må vise aktivitetene i en realistisk rekkefølge innenfor rammene til kontrakten og de tilgjengelige ressursene (Baldwin og Bordoli, 2014). Cooke og Williams (2009) forklarer bestemmelsen av rekkefølge som en tankeprosess der planleggeren må vurdere rekkefølge, byggemetoder, riggplass, arbeidsmengde, risiko og varighet av de forskjellige aktivitetene. Baldwin og Bordoli (2014) har adoptert denne tankeprosessen som er illustrert i Figur 10. Dette er en iterativ prosess som planleggeren gjerne må tenke igjennom flere ganger før den optimale produksjonsrekkefølgen kan avgjøres (Baldwin og Bordoli, 2009). Der erfarne planleggere tenker på denne måten nærmest naturlig, kan nybegynnere ha vanskeligere for å lage realistiske planer, spesielt dersom de ikke kan støtte seg på erfarne planleggere. Uansett om planleggeren er erfaren eller nybegynner er det viktig at de presenterer planen, arbeidsflyten og tankegangen for andre for å identifisere eventuelle forbedringsmuligheter.



Figur 10. Tankeprosessen i fremdriftsplanleggingen (fritt etter Baldwin og Bordoli, 2014)

Vurdering av varigheten til aktiviteter er ifølge Baldwin og Bordoli (2014) en av de vanskeligste og minst eksakte aspektene av fremdriftsplanlegging. Det overordnede problemet er å produsere planer som er realistiske, men likevel konkurransedyktige. Baldwin og Bordoli presenterer følgende metoder for realistisk estimering av aktivitetsvarighet:

- Erfaring og kunnskap fra tidligere prosjekter.
- Standardtider (for eksempel herdetid for betong).
- Kalkulasjon basert på arbeidsmengde og produksjonsrate.
- Informasjon fra underentreprenører og leverandører.
- Historiske produksjonsdata.
- Referansetesting mot eget firma og bransje.

Baldwin og Bordoli (2014) trekker frem at det kan være enkelt for erfarne planlegger å bestemme varigheten på en aktivitet basert på arbeidsmengden og sammenligning med tilsvarende oppgaver gjennomført tidligere. Mange firmaer har tilgang til databaser med standardtider og erfaringstall, enten fra eget arbeid eller fra bransjen.

### 3.5.5 Flyt

Flyt (engelsk; *float*) er overskuddstid i en sekvens av aktiviteter og et resultat av aktivitetenes varighet, rekkefølge og avhengigheter (Baldwin og Bordoli, 2014). Generelt sett er flyt opphav til en viss fleksibilitet i planen og gir noe handlingsrom i den detaljerte tidfestingen av aktiviteter. Flyten kan også muliggjøre små justeringer i planen som forbedrer flyten i prosjektet uten å påvirke sluttdatoen. Ifølge Baldwin og Bordoli får planleggeren oversikt over prosjektets kritiske vei ved å identifisere aktiviteter uten noen form for flyt. Aktiviteter uten flyt defineres av Rolstadås mfl. (2014) som *kritiske aktiviteter*. En sammenhengende kjede av kritiske aktiviteter utgjør prosjektets *kritiske vei* og forsinkelser i aktiviteter langs den kritiske veien vil direkte påvirke prosjektets sluttdato. Rolstadås mfl. poengterer at vi kan ha en kritisk vei i prosjektet selv om ingen aktiviteter har null flyt. Dette kan for eksempel være tilfellet dersom både start- og sluttdato er definert. Den kritiske veien er da veien med minst flyt. Aktiviteter kan også få negativ flyt og vil da føre til forsinkelser dersom de ikke håndteres. I slike tilfeller får planleggeren oversikt over hvilke aktiviteter som krever ekstra oppmerksomhet.

Det å identifisere flyt i et prosjekt eller i en plan er ikke alltid enkelt. Selv om erfarne planleggere ofte har en formening om hvor det er flyt i prosjektet kan det i større og komplekse prosjekter være behov for programvare for å analysere og identifisere den kritiske veien og dermed også plassering og størrelse på flyten (Baldwin og Bordoli, 2014).

Fordi flyt gir mulighet til å absorbere forsinkelser og uforutsette hendelser trekker Baldwin og Bordoli (2014) frem et vesentlig spørsmål; «*Hvem eier flyten?*». Dersom en aktør kontrollerer eller bruker av flyten påvirker det de andre aktørenes arbeid og fleksibilitet. Dette kan følgelig skape vanskeligheter for andre i prosjektet og potensielt konflikt mellom aktørene. De tre synene på hvem som eier flyten er ifølge Baldwin og Bordoli:

**Entreprenøren** eier flyten og kan benytte den uavhengig av byggherren. Dette fordi det er entreprenøren som har laget planen for eget arbeid og endringer i planen medfører kostnader for entreprenøren. Det vil være urettferdig om noen andre enn entreprenøren selv påvirker planen innenfor den kontraktsfestede varigheten.

**Byggherren** eier flyten fordi de betaler entreprenørene for å gjennomføre jobben. Inkludert i denne betalingen er det perioder der entreprenøren er uproduktiv og ettersom byggherre betaler entreprenøren eier byggherren denne tiden.



**Prosjektet** eier flyten og det kan være en slags førstemann til mølla-fordeling av flyten. Dette forutsetter at alle parter oppfører seg. Det vil for eksempel være lite akseptert om byggherre bruker opp all flyten tidlig gjennom forsinkede beslutninger, mens entreprenøren mister handlingsrommet i produksjonen. En slik fordeling mellom aktørene virker å være det mest aksepterte svaret på spørsmålet om hvem som eier flyten.

### 3.5.6 Buffere

Buffere skiller seg fra flyt ved at tiden bevisst er bygget inn i planen for å være bedre rustet til å håndtere uforutsette hendelser og forhold i prosjektet (Baldwin og Bordoli, 2014). Både byggherre og entreprenør kan ifølge Baldwin og Bordoli bygge inn buffere i planen, om enn på noe forskjellige plannivåer. Byggherre kan kontraktsfeste en ferdigstillelsesdato fra entreprenøren som kommer før prosjektet virkelig må være ferdig. Det samme kan entreprenøren gjøre overfor underentreprenører i deres delleveranser. Entreprenøren kan også legge inn buffere mellom elementer i prosjektet, for eksempel mellom fundamenter og bæresystem. Et viktig prinsipp er at en buffer kun skal benyttes av aktøren som har planlagt den selv om det i praksis er mulig å benytte andre aktørers buffere. Byggherre skal for eksempel ikke bruke av entreprenørens buffere ved å levere forsinkede beslutninger, og entreprenøren skal ikke bruke av byggherres buffer ved å utsette ferdigstillelsen. De fleste kontrakter inneholder sanksjonsmuligheter som dagmulkt for å håndtere disse forholdene.

Baldwin og Bordoli (2014) forteller om to hovedkategorier av buffere:

**Små buffere** kan bygges inn i alle eller mange aktiviteter i prosjektet. På denne måten får hver aktivitet sin egen buffer, og aktiviteten kan planlegges i forhold til dette. Problemet med dette er at det ligger en progressiv forsinkelse i planen og dermed starter ingen aktiviteter så tidlig som mulig. Hvis en aktivitet i en slik plan ikke bruker bufferen sin kan heller ikke den påfølgende aktiviteten starte med en gang og prosjektet går glipp av potensielle tidsbesparelser. Dette er bakgrunnen for *Critical Chain Project Management (CCPM)* som omtales i kapittel 3.6.7. Slike buffere kan også finnes i planen mer eller mindre ubevisst og de blir da å anse som flyt i enkeltaktiviteter.

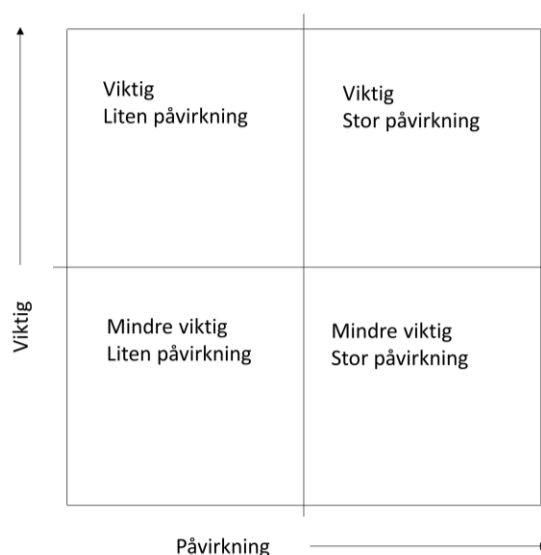
**Samlet buffer** kan legges inn til slutt i prosjektet, etter en rekke aktiviteter eller før viktige milepæler. Dette gir mulighet til å starte aktiviteter så tidlig som mulig, samt at de kan planlegges med faktisk varighet. Planen blir også bedre rustet for å ta opp store og få fremdriftsavvik fremfor mange og små avvik.

## 3.6 Metoder for fremdriftsplanlegging

Ifølge Baldwin og Bordoli (2014) er den enkleste metoden for tidsstyring de velkjente gjøremålslistene. Der slike lister kommer til kort trekker litteraturen frem to tradisjonelle måter for visualisering av fremdriftsplaner: Gantt-diagram og nettverksdiagram. Det er viktig å merke seg at det ofte er snakk om en kombinasjon av disse. Der Gantt-diagrammene ofte utarbeides uten noen spesiell metode som grunnlag, utarbeides gjerne nettverksdiagrammer ved hjelp av *Critical Path Method* (CPM) eller *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). *Skråstrekplanlegging* og *Critical Chain Project Management* (CCPM) er andre metoder for fremdriftsplanlegging. De nevnte metodene for fremstilling og utarbeidelse av fremdriftsplaner omtales i de påfølgende delkapitler.

### 3.6.1 Gjøremålsliste

Den enkleste metoden for prioritering av tid er ifølge Baldwin og Bordoli (2014) de typiske gjøremålslistene. Baldwin og Bordoli mener planleggere kontinuerlig bør være på utkikk etter strukturerte systemer som kan hjelpe til med å prioritere oppgaver. Et eksempel på en gjøremålsliste er en matrise som skiller mellom hvilke aktiviteter som har stor eller liten påvirkning for videre aktiviteter, og hvilke aktiviteter som er viktige og mindre viktige (Baldwin og Bordoli, 2014), jf. Figur 11. Dersom aktiviteten i gjøremålslisten ikke har stor påvirkning og er mindre viktig kan den utsettes, mens dersom den har stor påvirkning og er viktig må den utføres øyeblikkelig.

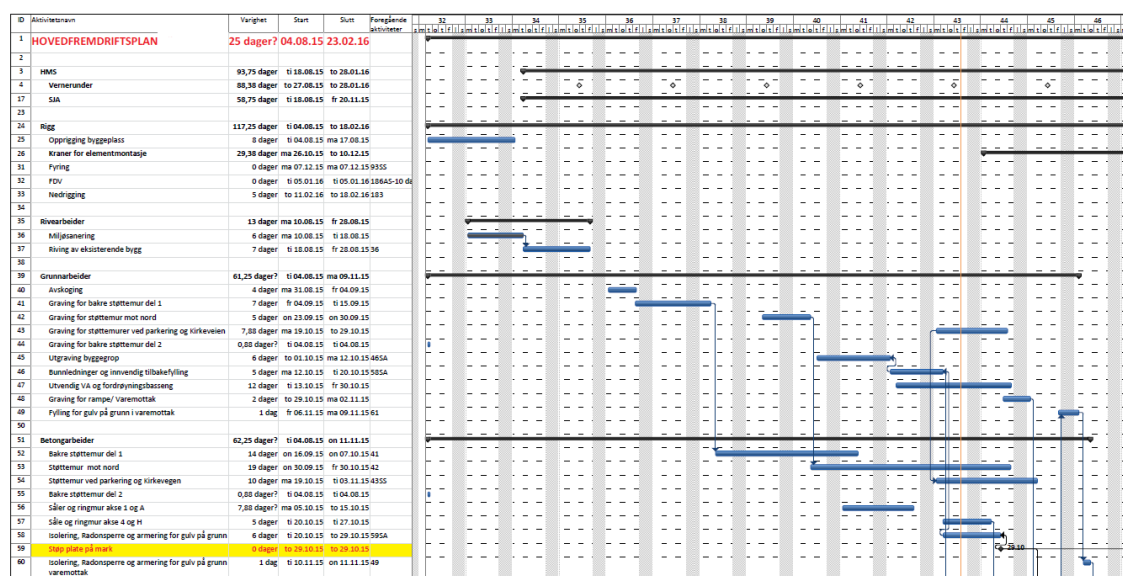


Figur 11. Eksempel på gjøremålsliste (fritt etter Baldwin og Bordoli, 2014)

### 3.6.2 Gantt-diagram

Gantt-diagram er et todimensjonalt oppsett som viser tiden langs den horisontale akse og aktivitetene langs den vertikale akse (Rolstadås, 2004), se Figur 12. Typisk fremdriftsplan basert på Gantt-diagram med nettverksplanlegging. Hver aktivitet har en tilhørende horisontal strek som viser utstrekningen i tid, og følgelig start og slutt. Det er også mulig å legge inn milepælssymboler der disse skal finne sted. Ved å trekke en vertikal linje opp fra tidsaksen som indikerer dagens dato er det mulig å se hvilke aktiviteter som er ferdigstilt, påbegynt eller ikke påbegynt på en enkel og oversiktlig måte.

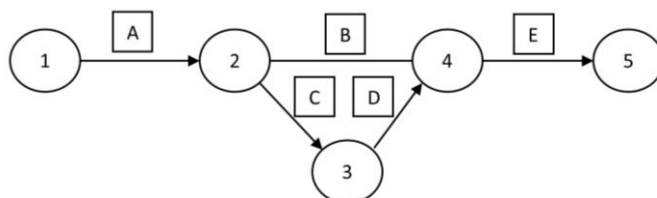
Gantt-diagram har fordelen at det er oversiktlig, enkelt å lage og lett forståelig for alle prosjektdeltakere. I tillegg til dette kan det vise overlapping mellom aktivitetene. I utgangspunktet er det ikke vanlig å vise relasjoner mellom aktivitetene (Halleraker, 2014). Dersom et Gantt-diagram kombineres med nettverksdiagram blir aktivitetene lenket sammen, og avhengighetene vil fremgå av diagrammet (Rolstadås, 2004). En ulempe i bruken av Gantt-diagram er når en aktivitet skal planlegges og det kreves en samtidig beslutning av aktivitetens varighet, ressursbehov og avhengighetsforhold til andre aktiviteter.



Figur 12. Typisk fremdriftsplan basert på Gantt-diagram med nettverksplanlegging

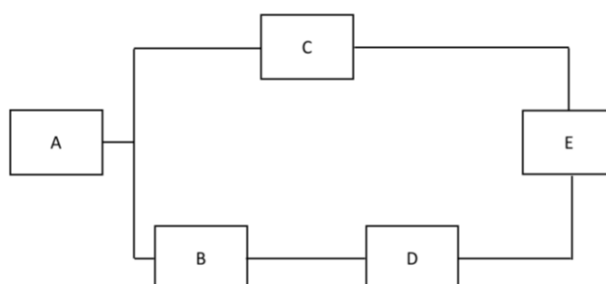
### 3.6.3 Nettverksdiagram

Et nettverksdiagram viser avhengigheter mellom aktiviteter, og består av knutepunkter og linjer (Rolstadås, 2004; Halleraker, 2014). Avhengig av hvordan nettverksdiagrammet representeres skiller vi mellom to typer: *Activity on Arrow (AOA)* og *Activity on Node (AON)*. I AOA-nettverket representeres aktivitetene ved hjelp av linjer (A-E), og knutepunktene representeres som hendelser (1-5), se Figur 13.



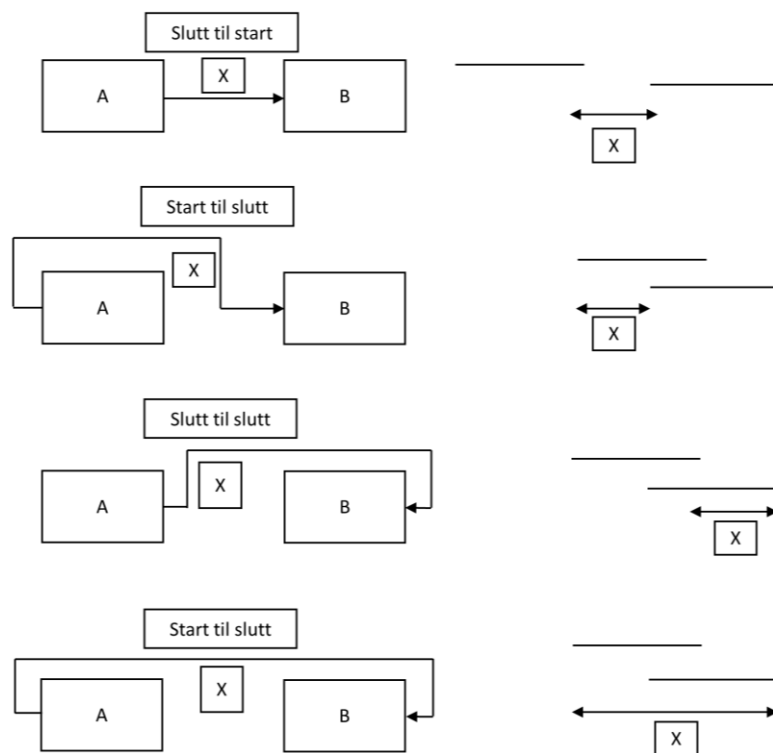
Figur 13. Eksempel på AOA-nettverk (fritt etter Halleraker, 2014)

I AON-nettverket representerer knutepunktene de ulike aktivitetene, og linjene angir avhengighetene mellom de ulike aktivitetene (Rolstadås, 2004), se Figur 14.



Figur 14. Eksempel på AON-nettverk (fritt etter Halleraker, 2014)

Dersom AON-nettverket viser overlappinger, slik som et Gantt-diagram kan, kalles det for et presedensnettverk, se Figur 15. Der representerer  $X$  antallet dager som må gå mellom de ulike relasjonene. Linjene med piler lengst til høyre representerer hvordan tilsvarende relasjon hadde sett ut i et Gantt-diagram.



Figur 15. Presedensnettverk (fritt etter Rolstadås, 2004)

I utarbeidelsen av både AOA-nettverk og AON-nettverk er det to regler for opptegning som gjelder. For det første skal nettverket være sammenhengende og ikke inneholde noen form for sykluser. For det andre skal nettverket nummeres slik at den siste hendelsen har et høyere tall enn den første hendelsen. Dette er fordi hendelsene i nettverket er nummerert etter rekkefølgen de utføres i (Rolstadås, 2004; Baldwin og Bordoli, 2014). Ifølge Halleraker (2014) er det AON-nettverk som i størst grad er representert i byggebransjen, og derfor vil dette bli omtalt videre.

Ifølge Rolstadås (2004) kan nettverksplanlegging omfatte to ulike teknikker som ble utviklet på omtrent samme tid. *Critical Path Method (CPM)* baserer seg på deterministiske anslag for varighet av de ulike aktivitetene, mens *Program Evaluation and Review Technique (PERT)* baserer seg på stokastiske anslag av de ulike aktivitetenes varighet.

### 3.6.2 Critical Path Method (CPM)

CPM ble i utgangspunktet utviklet for å beregne hvordan man kunne redusere tiden som trengtes til å utføre vedlikehold og utbygginger, og dermed spare penger (Patrick, 2004). I 2004 baserte de aller fleste dataprogrammer for fremdriftsplanlegging seg på CPM-algoritmer. I hovedsak skal CPM identifisere den kritiske veien og vise sekvensen av aktiviteter som tar lengst tid å utføre. Lengden på den kritiske veien, eller summen av varigheten på alle de kritiske aktivitetene, er lik minimum totalvarighet på prosjektet. CPM kan benyttes der prosjektet kan deles inn i ulike, konkrete aktiviteter med fastsatte varigheter og hvilke avhengigheter som gjelder mellom aktivitetene (Patrick, 2004; Rolstadås, 2004). I tillegg til dette kan start- og sluttdato for hele prosjektet være gitt.

Når den kritiske veien i prosjektet skal identifiseres må først relasjonene i Tabell 6 påvises:

*Tabell 6. Forkortelser for relasjoner tilknyttet CPM (Halleraker, 2014)*

<b>Relasjon</b>	<b>Forkortelse</b>
Tidligste start	ES
Seneste start	LS
Tidligste slutt	EF
Seneste slutt	LF

Alle aktivitetene i prosjektet, eller i deler av prosjektet, er representert i et nettverk med bokser, og rekkefølgen og avhengigheter mellom disse er illustrert som i Tabell 6. Fremgangsmåten med CPM for å finne verdiene i Tabell 6 foregår i to omganger (Halleraker, 2014). Først må vi gå fremover i nettverket for å fastsette når aktivitetene tidligst kan begynne (ES) og tidligst slutte (EF). Deretter går vi tilbake og finner tidene aktivitetene senest kan slutte (LF) og senest begynne (LS). Ut ifra disse verdiene, som markeres i ulike hjørner av aktivitetsboksene, kan vi finne flyten og den kritiske veien. Flyten regnes som tiden en aktivitet kan forskyves uten at sluttdatoen for prosjektet påvirkes, og det er differansen mellom seneste slutt (LF) og tidligste slutt (EF) som utgjør flyten. De aktivitetene som ikke har flyt regnes som den kritiske veien, og utgjør den totale prosjektvarigheten dersom disse adderes.

### 3.6.5 Program Evaluation and Review Technique (PERT)

CPM har ifølge Rolstadås (2004) en svakhet hva gjelder varigheten på aktivitetene. Ved CPM er varighetene på aktivitetene oppfattet som deterministiske størrelser, men i virkeligheten er de usikre størrelser. PERT tar derimot utgangspunkt i at varighetene følger en stokastisk fordeling der forventningsverdien og variansen er kjent. Dette betyr at PERT tar utgangspunkt

i usikkerheten til varighetene på de ulike aktivitetene. For å estimere varighetene er det nødvendig å kjenne til den korteste, den mest sannsynlige og den lengste varigheten for hver aktivitet (Halleraker, 2014). På denne måten er det mulig å beregne sannsynligheten for hvorvidt milepæler og den totale varigheten kan overholdes. PERT-diagrammet presenteret med tre verdier for hver aktivitet: kortest mulig varighet, mest sannsynlig varighet og lengst mulig varighet (Rolstadås, 2004; Halleraker, 2014).

### 3.6.6 Skråstrekkplanlegging

Skråstrekkplanlegging eller *Line of Balance* (LOB) er en grafisk metode for planlegging av repeterende oppgaver. Metoden har eksistert i over 50 år, men har ikke blitt utstrakt i bruk i byggebransjen før i de senere årene med fremveksten av taktplanlegging, samt BIM og andre dataverktøy (Baldwin og Bordoli, 2014).

Skråstrekkplanlegging fungerer godt på prosjekter med repeterende aktiviteter og metoden er godt forenelig med lokasjonsbasert planlegging som omtalt i kapittel 3.4.1. Halleraker (2014) identifiserer følgende tre steg for å lage et skråstrekkdiagram:

1. *Identifisere aktiviteter.*
2. *Estimere produksjonsraten.*
3. *Sette aktivitetene i rekkefølge.*

Ifølge Halleraker (2014) kan skråstrekkplanlegging forklares gjennom følgende eksempel:

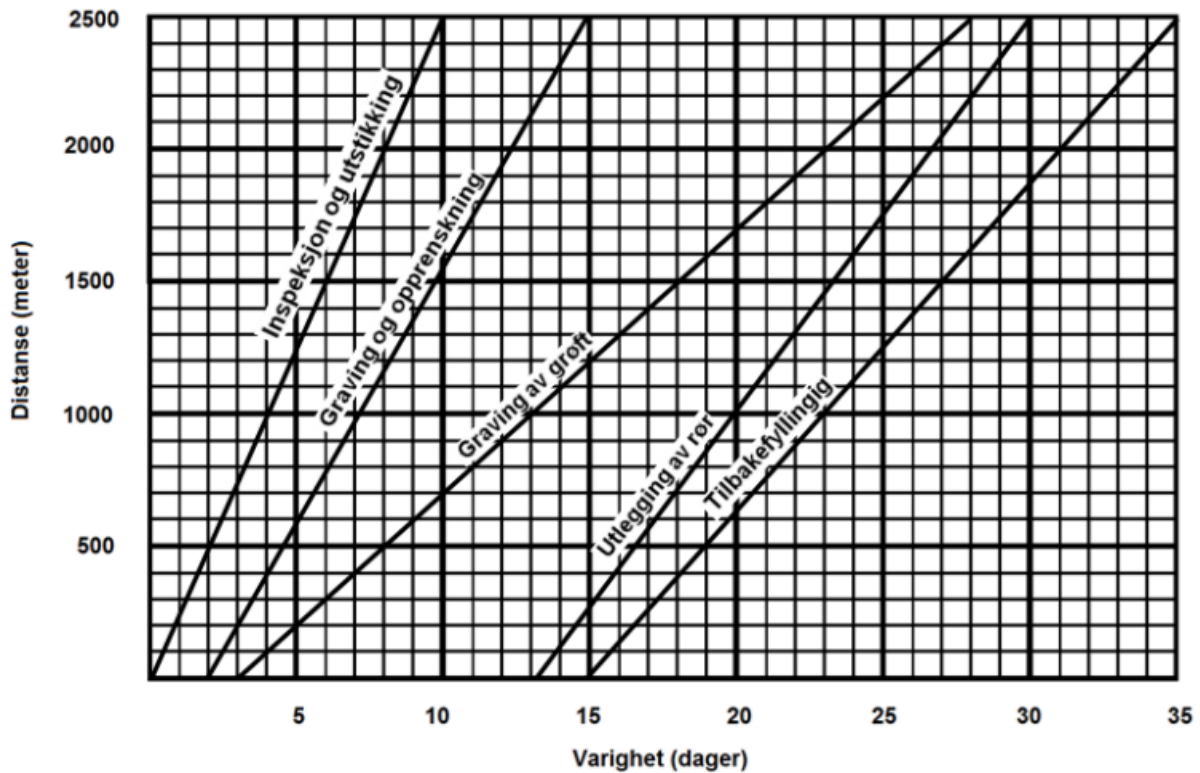
Ved bygging av 2 500 meter vannledning kan vi grovt dele arbeidene inn i fasene inspeksjon og utstikking, graving og opprenskning, graving av grøft, utlegging av rør og tilbakefylling. Når aktivitetene er identifisert kan vi gå videre til å estimere produksjonsraten som vist i Tabell 7.

Tabell 7. Produksjonsrate og varighet (Halleraker, 2014)

Aktivitet	Produksjonsrate (meter per dag)	Varighet for 2500 meter
Inspeksjon og utstikking	250	10
Graving og opprenskning	200	13
Graving av grøft	100	25
Utlegging av rør	150	17
Tilbakefylling	125	20

Rekkefølgen aktivitetene må utføres i er sammenfallende med rekkefølgen i Tabell 7. Vi har nå all nødvendig informasjon for å sette opp et skråstrekkdiagram for produksjonen, som vist i Figur 16. Her ser vi at prosjektets totale varighet ved den gitte produksjonsraten blir 35 dager. Produktiviteten, det vil si antall meter hver aktivitet produserer per dag, er representert ved stigningstallene til aktivitetens tilhørende graf. Vi ser dermed at produktiviteten i aktivitetene inspeksjon og utstikking og graving og opprenskning er høyere enn produktiviteten i de øvrige

aktivitetene. Prosjektets varighet kan reduseres ved å øke produktiviteten i de tre sistnevnte aktivitetene, mens en reduksjon i produktiviteten for de to sistnevnte ikke vil påvirke totalvarigheten, med mindre den blir lavere enn produktiviteten i de tre sistnevnte.



Figur 16. Skråstrekdiagram (Halleraker, 2014)

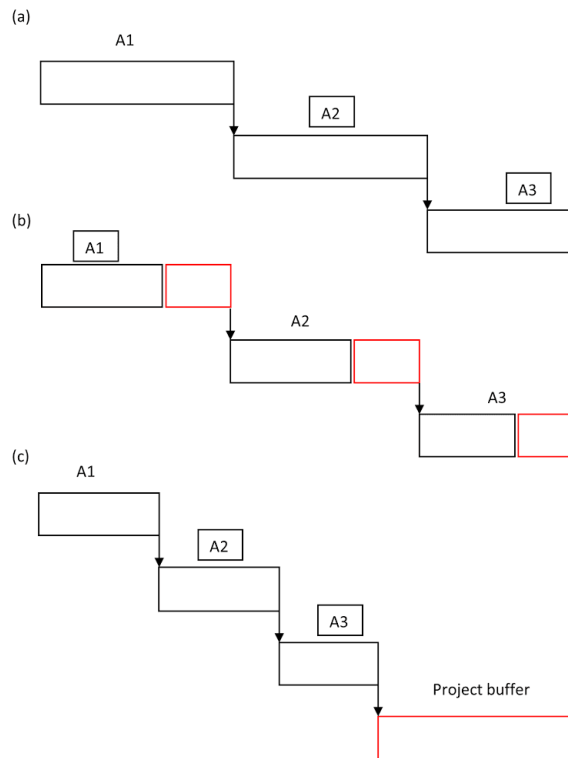
Halleraker (2014) påpeker flere fordeler ved skråstrekdiagrammene:

- Det er enkelt å identifisere kollisjoner eller konflikter mellom aktivitetene. Dersom to linjer krysser hverandre betyr det at de produserer samtidig på samme sted, og rekkefølgen på aktivitetene tilsier at dette ikke er mulig; vi kan ikke legge tak uten å ha et råbygg.
- Buffere i tid og sted er enkle å identifisere; avstanden på tidsaksen er tidsbufferen mellom to aktiviteter, mens avstanden på stedaksen er stedbufferen.

### 3.6.7 Critical Chain Project Management (CCPM)

*Critical Chain Project Management (CCPM)* er en metode utviklet med bakgrunn i *Goldratt's Theory of Constraints*. I denne teorien hevder Goldratt (Goldratt, 2012, sitert i Baldwin og Bordoli, 2014) at «[...] any system must have a constraint otherwise its output would increase without bounds or go to zero». Baldwin og Bordoli (2014) forklarer metoden ved hjelp av en enkel sammenligning med CPM illustrert i Figur 17.





Figur 17. Illustrasjon av Critical Chain Project Management (CCPM) (fritt etter Baldwin og Bordoli, 2014)

I Figur 17 (a) ser vi et enkelt eksempel på en plan utarbeidet med CPM. Goldratt (2012) hevder på sin nettside at et grunnleggende problem med varigheten til aktivitetene i slike planer er at den inkluderer mer eller mindre bevisste buffere; når vi tidfester en aktivitet tenker vi ofte at det skal være 95 % sannsynlighet for at vi fullfører innen denne varigheten. I hver aktivitet har vi da egentlig for god tid, og Goldratt (2012) hevder videre at jo større sikkerhet vi har i en aktivitet, jo mer tenderer vi til å:

- Utsette oppstart av aktiviteten til siste øyeblikk (*Student's syndrome*).
- Utsette å fullføre oppgaven (*Parkinsons lov*).
- Velge ut de oppgavene vi helst vil arbeide med.

Denne atferden fører til at vi hele tiden bruker opp den planlagte sikkerheten, og med en gang en forsinkelse oppstår påvirkes sluttidspunktet for prosjektet.

I del (b) av Figur 17 ser vi hvordan Baldwin og Bordoli (2014) illustrer de ovenfor omtalte bufferne inkludert i hver aktivitet. Varigheten på aktiviteter ved bruk av CCPM skal ifølge Baldwin og Bordoli (2014) estimeres slik at det er 50 % sannsynlighet for at varigheten overholdes, forutsatt 100 % av det planlagte ressursforbruket. Muligheten til å handle på måtene Goldratt (2012) nevner blir da redusert.

Etter at bufferne eller sikkerheten er fjernet fra hver enkelt aktivitet etableres prosjektets samlede buffer i slutten av den kritiske aktivitetskjeden slik Baldwin og Bordoli (2014) illustrerer i Figur 17 c). Goldratt (2012) hevder at prosjektets samlede buffer bør settes til omtrent halvparten av summen av bufferne som er fjernet fra aktivitetene i den kritiske linjen. Dette medfører da en reduksjon i prosjektets samlede varighet som tilsvarer prosjektets samlede buffer.

Dersom aktiviteter ikke forbruker den nye planlagte tiden vil man forbruke eller øke prosjektets samlede buffer. Over tid bør denne altså forbli uendret da halvparten av aktivitetene vil forbruke av bufferen, mens den andre halvparten vil øke den. Oppfølging av prosjektet gjøres ikke ved å se på hvordan enkeltaktiviteter gjennomføres i forhold til estimatet, men ved å se på hvordan prosjektbufferen påvirkes (Baldwin og Bordoli, 2014).

### **3.6.8 Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) og 4D planlegging**

En bygningsinformasjonsmodell (BIM) er ifølge Azhar (2011) en virtuell, digitalisert modell av bygget som er autentisk slik bygget skal bli. Modellen kan benyttes til planlegging, design, bygging og drift av bygget, og ifølge Baldwin og Bordoli (2014) er hensikten med BIM å samle all relevant informasjon på en strukturert måte som er tilgjengelig for alle. Azhar trekker frem ulike fordeler med BIM:

- Fra modellen kan det enkelt genereres ulike tegninger til både innkjøp og prefabrikkering.
- Modellen kan benyttes til å koordinere innkjøps-, bestillings- og leveranseplaner.
- Alle tekniske føringer kan implementeres i modellen, og følgelig kan kollisjonskontroll mellom prosjekterende utføres i modellen.
- Modellen gjør det enklere å dele informasjon mellom de ulike aktørene.

I tillegg trekker Baldwin og Bordoli (2014) frem:

- Modellen visualiserer i en tidligere fase hvordan bygget skal bli.
- Prosjektadministrasjonen med tilhørende aktører kan på en enkel måte se hvordan endringer i prosjektet kan påvirke andre deler av prosjektet ved testing i modellen.
- Modellen bistår samarbeid mellom de ulike prosjekterende.
- Modellen muliggjør lokalisering av design- eller prosjekteringsfeil før produksjonen er påbegynt.

*4D planlegging* eller *4D CAD* er et begrep som brukes for å beskrive bruken av dataverktøy for å visualisere byggeprosessen gjennom å kombinere 3D-modellering og tid (Baldwin og Bordoli, 2014). Heesom og Mahdjoubi (2004) oppsummerer utviklingen av 4D planlegging og viser til at dette begynte allerede i 1987, da øyeblikksbilder av 3D-modeller ble koblet opp mot fremdrift etterhvert som modellen utviklet seg. Med utviklingen av ny teknologi og da spesielt BIM som plattform for prosjektstyring og planlegging blir også 4D planlegging stadig mer aktuelt og tilgjengelig (Baldwin og Bordoli, 2014). En metode for 4D planlegging er å eksportere BIM-modellen til en 4D programvare og deretter importere fremdriftsplanen (Baldwin og Bordoli, 2014).

### 3.7 Fremdriftsplanlegging basert på prinsippene i Lean produksjon

Ifølge Rolfsen (2014) startet *lean* på 1970-tallet som en produksjonsrettet strategi for forbedring og rasjonalisering innen bilindustrien. I dag står lean sentralt innen både industri, banker, sykehus og byggeindustri. Lean er et tankesett som gjennom sin påvirkning på byggeindustrien også har påvirket måten man fremdriftsplanlegger byggeprosjekter. Basert på tankemåten i lean har flere teoretikere (Koskela, 1992; Howell, 1999; Ballard, 2000) utarbeidet nye metoder og verktøy for planlegging og styring av byggeprosjekter. I det følgende redegjøres det for prinsipper i lean som kan påvirke måten byggeprosjekter styres på. De lean-baserte planleggingsmetodene *taktplanlegging* og *Last Planner System* (LPS) forklares og prosjektmetodikken *Virtual Design and Construction* (VDC) introduseres.

#### 3.7.1 Prinsipper for Lean produksjon

*Lean production* betyr direkte oversatt *slank produksjon*, og sikter til en virksomhet uten unødig bruk av ressurser (Rolfsen, 2014). Som vi skal se i det følgende hevdes *lean production* å kunne bidra til bedre resultater for mindre ressurser. Ifølge Rolfsen kan lean forstås på fire ulike måter: som en organisasjonstrend, en ledelsesfilosofi, et sett av praksiser og et sett av prinsipper. Diekmann mfl. skrev i 2004 en rapport der de identifiserte viktige prinsipper i lean, for så å vurdere potensialet som ligger i å implementere lean prinsipper i byggebransjen. Diekmann mfl. konkluderer med at en innføring av lean i byggebransjen kan gi et forbedret kostnadsbilde, økt verdi for kunden og redusert byggetid. Howell (1999) omtaler en slik implementering av *lean production* i byggebransjen under navnet *lean construction*. Diekmann mfl. (2004) konkluderte videre med at lean ikke kan kortes ned til et sett med regler eller verktøy; det må tilnærmes som en egen tankegang og med et sett verdier som spres utover hele verdikjeden. Diekmann mfl. begynte sin studie med følgende definisjon av *lean construction*:

*«Lean construction is the continuous process of eliminating waste, meeting or exceeding all customer requirements, focusing on the entire value stream and pursuing perfection in the execution of a constructed project.»*

Koskela (1992) presenterte elleve prinsipper som bidrar til effektivisering av byggeprosessen. Diekmann mfl. (2004) har adoptert disse prinsippene og karakteriserer følgende prinsipper som fundamentale for lean produksjon:

1. **Imøtekomme kravene fra kunden.** Det må rettes oppmerksomhet mot kvaliteten som kunden krever da prosjektsuksessen avhenger av kundens tilfredshet.
2. **Redusere ikke-verdiskapende aktiviteter.**
3. **Redusere syklustid.** Syklustiden er definert som den totale tiden som er nødvendig for at et produkt skal komme fra start til slutt i produksjonskjeden.
4. **Redusere variabilitet.** Variabilitet i aktivitetsvarighet øker mengden ikke-verdiskapende aktiviteter. Variabiliteten kan reduseres ved å standardisere eller lage systemer der det ikke er mulig å gjøre feil.
5. **Øke fleksibiliteten.** Fleksibiliteten til et system defineres som evnen produksjonssystemet har til å møte endringer i markedet. Dette kan blant annet gjøres ved å redusere kompleksiteten knyttet til oppstarten av en ny aktivitet og ha et fleksibelt mannskap som ikke av ferdighetsmessige årsaker er låst til kun én aktivitet.
6. **Øke gjennomsiktigheten av prosessen.** Dette gjøres ved at hele prosessen synliggjøres for de som er involvert slik at feil kan lokaliseres og løses så raskt som mulig.
7. **Søke kontinuerlig forbedring.** Det må hele tidens etterstrebtes å forbedre metoder for arbeidsoperasjoner og ledelse. Viktige metoder for å oppnå dette er å måle og kontrollere forbedring, gi ansvaret for forbedring til alle ansatte og bruke standard prosedyrer som hypoteser for beste praksis slik at systemet konstant bli utfordret av nye metoder.
8. **Gjøre ting enklere** ved å minimere antallet steg, deler og avhengigheter i prosessen.
9. **Fokusere på helheten i prosessen.** Fokus på deler av prosessen fører til suboptimalisering og bør unngås.
10. **Balansere flytforbedring med transformasjonsforbedring.** All prosesser i en verdikjede bør forbedres like mye.
11. **Måling mot referansepunkter.** Dette kan stimulere til store forbedringer gjennom rekonfigurering av prosesser.

Rolfen (2014) har valgt ut og beskrevet det hun mener er de viktigste prinsippene og mest brukte verktøyene innen lean produksjon i dag. Disse vil det redegjøres for kort i det følgende:

**Standardisering.** Arbeidsoppgavene deles inn etter omfang, rekkefølge, tidsintervall og kvalitet på det som kommer ut av prosessen, og hensikten er utførelse av aktiviteten etter beste praksis. Et viktig prinsipp er at den som er best egnet til å utføre aktiviteten, og følgelig kjenner aktiviteten best, skal utføre aktiviteten. Et verktøy som trekkes frem er standardisering av arbeidsplassen gjennom 5S. Dette er et verktøy som benyttes for å opprettholde god orden og ryddighet på arbeidsplassen, og ansatte slipper å bruke tid på å lete etter utstyr. I tillegg skal

5S beskrive hvordan arbeidsoppgaven skal gjennomføres og hvordan arbeidsområdet skal se ut. De fem S'ene står for sortere, systematisere, skinne (rydde), standardisere og sikre opprettholdelse av de fire foregående S'ene.

**Flyt** i lean handler om å lage flyt fra råvarer til ferdig produkt uten avbrytelser og stopp i produksjonen. Først og fremst vil analyse av verdikjeden være nødvendig. For å oppnå en lean produksjon må man forsøke å eliminere unødvendige ledd som ikke tilfører produktet verdi. Et viktig prinsipp er *Just-In-Time*-produksjon. Dette betyr at man produserer et produkt først når behovet har meldt seg og ikke før. Videre vil det være vesentlig å illustrere flyten gjennom produksjonen med å tegne inn retningen på denne i en geografisk oversikt. Er man konsekvent med å følge retningen i produksjonen vil flyten bli jevn, og man slipper å flytte utstyr og mannskap frem og tilbake. Produksjon etter takttid vil være viktig for å oppnå flyt i produksjonen, og taktplanlegging vil bli nærmere beskrevet i kapittel 3.7.2. Til slutt bør ulike former for sløsing i produksjonen reduseres eller fjernes. Womack og Jones (1996) klassifiserte sløsing i syv kategorier: overproduksjon, venting, unødvendig transport, feilproduksjon, lagerbeholdning, unødvendig forflytning og dårlig utnyttelse av de ansattes ferdigheter.

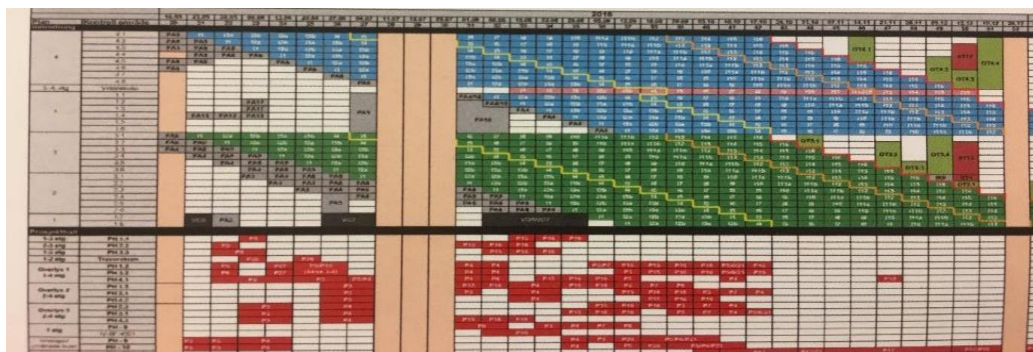
**Visualisering** handler om å gjøre ting synlig slik at de lett kan oppfattes når de blir observert. Eksempelvis skal man raskt skal få oversikt over tingenes tilstand ved å gå rundt i produksjonslokalet. Bruken av tavler er et velkjent eksempel på visualisering. Tavlene inneholder oversikt over pågående aktiviteter, hvem som er til stede og hvem som gjør hva. I daglige eller ukentlige tavlemøter kan planer og arbeidsfordeling gjennomgås, samt annen relevant informasjon. Rolfsen trekker frem tavlemøter som et virkemiddel for å synliggjøre og sette fokus på informasjonsflyt. Slike møter øker også graden av involvering ettersom alle deltakerne oppfordres til å komme med ideer og forslag til løsninger. Det trekkes frem at rommet som benyttes til tavlemøter skal være designet slik at veggene kan benyttes som arbeidsflater hvor ulike planer og lister med informasjon henges opp basert på kortfattede og visuelle beskrivelser.

**Kontinuerlig forbedring** spiller en helt sentral rolle i lean filosofi. I prinsippet er det tre kilder til forbedring: når en standard er feil definert og gir avvik, når en standardisert prosess gir et avvik og når man uten et definert et avvik ser et potensiale. Hensikten med kontinuerlig forbedring er å eliminere sløsing og følgelig skape økt verdi for kunden. Det trekkes frem at det er ønskelig med en involvering av ansatte i prosessen med kontinuerlig forbedring, og at det viktigste for å lykkes med kontinuerlig forbedring er den tydelige forankringen i bedriftens strategi og kulturen for det innad i bedriften. Rolfsen understreker at involveringen av de ansatte rangeres høyt blant suksessfaktorene, og at det er viktig å involvere de som er nærmest problemet som skal løses.

### 3.7.2 Taktplanlegging

Taktplanlegging er en metode som tar utgangspunkt i *lean production*, der man søker å tilpasse produksjonsraten til etterspørselsraten (Heinonen og Seppänen, 2016). Ved å dele arbeidet inn i aktiviteter med tilsvarende omfang vil man, ved å tilpasse bemanningen og prosjektets nedbrytningsstruktur, kunne definere en takttid som kan benyttes i alle prosjektets oppgaver. Metoden har således mange likhetstrekk med lokasjonsbasert prosjekt nedbrytningsstruktur (Heinonen og Sjöppänen, 2016).

Når man skal taktplanlegge et prosjekt beveger man seg i prinsippet fra en produksjon med ulik varighet på aktivitetene til en fast varighet for alle aktiviteter. Samtidig skal man forholde seg til hovedfremdriftsplanen, og for å oppnå dette er man avhengig av å dele inn bygget i soner der hver aktivitet kan oppholde seg i sonen i den definerte takttiden. I løpet av denne tiden må de fullføre arbeidet for så å bevege seg til neste sone (Frandsen mfl., 2013). Et eksempel på en taktplan er vist i Figur 18.



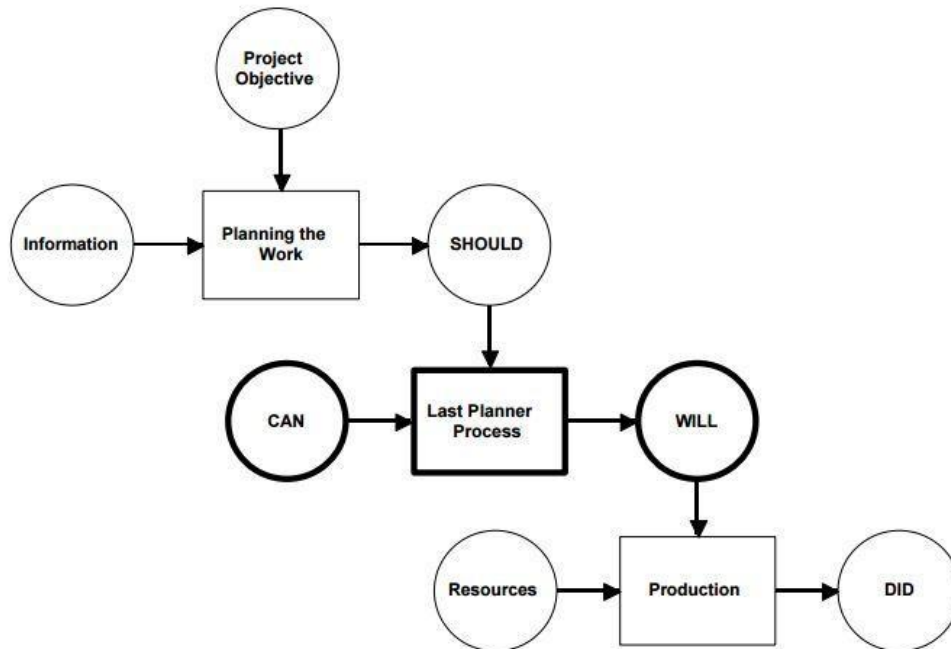
Figur 18. Eksempel på taktplan (Statsbygg, u.å.)

### 3.7.3 Last Planner System (LPS)

Tradisjonell planlegging innebærer å definere og avklare hvilke oppgaver som skal utføres. Deretter overvåkes utførelsen og fremdriften, og til slutt sammenlignes dette med hva som skulle vært utført for å avgjøre måloppnåelsen (Baldwin og Bordoli, 2014). Det som skiller LPS fra denne tradisjonelle måten å planlegge på er at fokuset skiftes fra enkeltoppgaver som skal utføres til en produksjonsflyt der oppgaver og aktiviteter hele tiden kontrolleres for gjennomførbarhet gjennom en utkikkspesess (Ballard, 2000). Baldwin og Bordoli (2014) påpeker at målet med LPS er å ikke gjøre den samme feilen flere ganger. Derfor forsøkes det i LPS å identifisere rotårsakene til problemer og finne korrigerende tiltak.

LPS bygger på en grunnleggende tanke om at alle planer er prognoser og at alle prognoser er usikre. Jo lenger inn i fremtiden man forsøker å forutsi et hendelsesforløp, jo mindre sikkert er det at ting blir som forutsett. Samtidig er det sånn at jo mer man detaljerer prognosene, jo mer usikre blir de, spesielt i kombinasjon med prognoser langt frem i tid (Baldwin og Bordoli, (2014). LPS håndterer dette problemet ved å lage fremdriftsplaner som er detaljert i forhold til

tidsrommet de dekker. Hovedfremdriftsplanene er kun på milepælsnivå, faseplanene er noe mer detaljerte, mens produksjonsplanene spesifiserer oppgavene som skal gjennomføres i en kortere periode (Ballard, 2000).



Figur 19. Last Planner System (LPS) (Ballard, 2000)

Frandsen mfl. (2014) forklarer *Last Planner*-prosessen illustrert i Figur 19 godt. Det første som skjer i prosessen er identifikasjon av hva som bør (*should*) gjøres. Dette kommer frem av hovedfremdriftsplanen som gjerne er laget gjennom såkalt bakoverplanlegging der alle aktører i prosjektet deltar og prosjektet planlegges fra ferdigstillelse og bakover (Salem mfl., 2006).

Når arbeidet som bør gjøres er identifisert må det kontrolleres om det kan (*can*) gjennomføres. Dette gjøres gjennom en såkalt utviklingsprosess (*lookahead process*) der det kontrolleres om produksjonsunderlag, forutgående arbeider og ressurser er i orden (Ballard og Howell, 2003). Utviklingsprosessen styres gjerne av en 6-ukers utviklingsplan (*lookahead plan*) (Frandsen mfl., 2013). En aktivitet må ikke forlate utviklingsprosessen og gå inn som en del av aktivitetene som er klare til å påbegynnes uten at disse forutsetningene er tilstede.

Til slutt i planleggingsprosessen må aktiviteter tildeles til ansvarlige personer. Det er disse personene som gjerne omtales som «*The Last Planner*», personer med direkte lederansvar for arbeidslagene (Baldwin og Bordoli, 2014). Aktivitetene som tildeles på dette stadiet er det arbeidet som faktisk vil (*will*) bli utført (Frandsen mfl., 2014).

Etter at en planlagt periode er fullført er det i LPS et vesentlig poeng at man måler hvordan planen har fungert. Dette gjøres ved hjelp av metoden Prosent Plan Utført (PPU) der man teller opp antall fullførte aktiviteter i perioden og deler antallet på totalt antall planlagte aktiviteter i den samme perioden (Ballard, 2000). Uttrykt som prosent sier dette tallet noe om hvor godt planen fungerer, med andre ord hvor pålitelig planen er.

### 3.7.4 Virtual Design and Construction (VDC)

*«[...] the use of such multi-disciplinary performance models of design-construction projects, including the product (i.e. facilities), organization of the design-construction-operation team, and work processes, to support explicit and public business objectives.»*

Fischer og Kunz (2004, s.4)

Kortere beskrevet og oversatt til norsk er VDC en arbeidsmetodikk som tar for seg tverrfaglig koordinering og samhandling slik at prosjektets mål og suksesskriterier blir ivaretatt. VDC er følgelig ikke et verktøy i seg selv, men et rammeverk som samler planleggingsteknikker og -prosesser (Andersson mfl., 2016). Ut ifra definisjonen til Fischer og Kunz kan vi forstå VDC som en tredelt metodikk som består av:

- En informasjonsmodell av bygget slik det skal utføres. Dette er typisk en 3 eller 4D-modell representert av en BIM-modell. Dette er bakgrunnen for det virtuelle aspektet av VDC. Dette er beskrevet i kapittel 3.6.8.
- En organisering og struktur for koordinering og samarbeid. Dette gjøres gjerne gjennom *Integrated Concurrent Engineering* (ICE) som blir beskrevet nedenfor.
- Et sett med planleggingsverktøy for å styre arbeidsprosessen. Dette kan være planleggingsystemer som LPS eller taktplanlegging som beskrevet i kapittel 3.7.2 og 3.7.3.

VDC-metodikken innebærer blant annet å samle de ulike aktørene i et byggeprosjekt (Fischer og Kunz, 2004). De ulike aktørene har ulike interesser, ulike arbeidsmetoder og sjeldent tidligere erfaringer med å arbeide sammen. ICE er en metode som ble utarbeidet for å samle alle aktørene i arbeidsøkter for å eliminere misforståelser, klarere felles mål og unngå at de ulike aktørene må utsette eget arbeid i påvente av beslutninger fra andre aktører (Fischer og Kunz, 2004). I ICE-møtene skal deltakerne altså prosjektere, koordinere og utføre planleggingsprosesser samtidig, med alle aktørene til stede. I ICE-møtene vektlegges det visualisering og beslutningsdyktighet.



### 3.8 Utfordringer som fremkommer i fremdriftslitteraturen

Som det fremkommer av introduksjonen i kapittel 1 finnes det mange utfordringer i dagens fremdriftsplanlegging. I arbeidet med masteroppgaven er det gjennomført ytterligere undersøkelser av utfordringer i dagens planlegging og resultatet av de litterære undersøkelsene er presentert i det følgende.

I litteraturen er det redegjort for undersøkelser av forhold som påvirker prosjektsuksess i byggebransjen. Som vi skal se kan disse forholdene i mange tilfeller relateres til fremdriftsplanlegging og -oppfølging. I litteraturen trekkes også forsinkelser frem som et stort problem. Blant flere har Fugar og Agyakwah-Baah (2010) gjennomført studier for å kartlegge årsakene til forsinkelser og fremdriftsplanlegging og -oppfølging er en gjentakende årsak til forsinkelser. Et annet tema, som spesielt trekkes frem av Al Nasser mfl. (2016), er den manglende sammenhengen mellom teorien som ligger til grunn for metoder og systemer for fremdriftsplanlegging og hvordan disse anvendes i praksis. Denne manglende sammenhengen mellom teori og praksis bekreftes av prosjektoppgaven vi utarbeidet høsten 2016.

AlSehaimi mfl. (2014) påpeker at et av de vanligst tilbakevendende problemene i byggebransjen i dag er forsinkelser. De fant flere studier som viser at faktorer relatert til svak prosjektledelse har likhetstrekk med faktorer relatert til forsinkelser. Svak prosjektledelse innebærer her ineffektiv planlegging og prosjektkontroll, svak byggeplassledelse, dårlig kommunikasjon mellom de involverte partene og usikker tilgjengelighet av materialer og -leveranser. Store forsinkelser i byggebransjen påvises også av KPMG (Armstrong, 2015) sin globale undersøkelse av byggebransjen. Denne undersøkelsen viser at kun en fjerdedel av byggeprosjekter fullføres innenfor den planlagte tiden.

Fugar og Agyakwah-Baah (2010) identifiserte 32 årsaker til forsinkelser. Der ble fremdriftsplanlegging og kontroll av denne rangert som den tredje mest kritiske faktoren og endringer i regi av byggherre som den femte mest kritiske faktoren til forsinkelser i byggeprosjekter. Flere studier (Olawale og Sun, 2010; Odeh og Battaineh, 2002) presenterer også viktige faktorer som bidrar til forsinkelser i byggeprosjekter, og gjengangere her er endringer fra byggherre og unøyaktig vurdering av prosjektets varighet.

Nilsen (2014) peker på ulike utfordringer knyttet til prosjektsuksess i byggebransjen. En av disse er at bransjen består av flere ulike aktører, både seriøse og useriøse, og at det kan være utfordrende å få disse til og jobbe i samme retning. Dette kan relateres til fremdriftsplanlegging som er selve knutepunktet i et byggeprosjekt. I tillegg trekker Nilsen frem at god kommunikasjon og informasjonsflyt er avgjørende for å oppnå prosjektsuksess. Zwikael og Globerson (2006) identifiserte i sin studie seks ulike planleggingsprosesser som bidrar til prosjektsuksess. To av disse identifiserte faktorene har stor tilknytning til

fremdriftsplanlegging; identifisering av aktiviteter som skal gjennomføres i prosjektet, og utarbeidelsen av en fremdriftsplan.

Al Nasser mfl. (2016) presenterer et rammeverk med fordeler og ulemper knyttet til henholdsvis tradisjonelle og moderne metoder for fremdriftsplanlegging. En av utfordringene som Al Nasser mfl. peker på er bruken av Gantt-diagram og hvordan dette forhindrer planlegging av flere aktiviteter på en gang i en logisk rekkefølge og med riktige avhengigheter. Gantt-diagram er ifølge Olawale og Sun (2010) noe som brukes av 35 % av entreprenørene og 33 % av konsulentene i en studie der 15 bedrifter er undersøkt. I tillegg til dette mener de at tradisjonelle måter å fremdriftsplanlegge på, slik som bruk av Gantt-diagram og CPM, fokuserer på aktivitetenes kritiske vei fremfor planens usikkerhet og at det begrenser andre prosjektdeltakere i å estimere og kontrollere aktivitetenes varighet og risiko. Saad mfl. (2015) kan i tillegg bekrefte at planer laget ut ifra CPM har vist seg vanskelig å evaluere og kommunisere ut til øvrige prosjektdeltakere. Til slutt peker Al Nasser mfl. (2016) på at tradisjonell fremdriftsplanlegging ikke fokuserer på produksjonsflyt, men heller kritisk vei. Dette er også noe Harris og Iannou (1998) kan bekrefte i sin studie av prosjekt med repeterende aktiviteter. De peker på hvordan fremdriftsplanlegging med CPM ikke kan forsikre en kontinuerlig ressursbruk fordi kun prioriterte aktiviteter i form av kritisk linje fremheves i CPM-nettverk.

Olawale og Sun (2010) kartla faktorer som påvirket prosjektdeltakernes evne til en effektiv kontroll av prosjektet i form av tid og kostnad. Unøyaktig vurdering av prosjektets nødvendige varighet trekkes frem som en av fem hovedårsaker til at prosjekter presterer dårligere enn planlagt. Dette skyldes at prosjektets varighet ofte er vurdert uten vitenskapelig fotfeste, men i stedet vurdert ut ifra magefølelse og erfaring. Dette kan også Saad mfl. (2015) bekrefte i sin studie. Undersøkelsen viser i tillegg at det rettes større oppmerksomhet mot kostnadsoppfølging fremfor fremdriftsoppfølging. Rolstad mfl. (2014) er i stor grad enig med det ovennevnte. Han trekker frem at et utilstrekkelig definert arbeidsomfang, en for optimistisk tidsplan og dårlige estimater og planer er årsaker til og kjennetegn på at prosjekter mislykkes. Dette handler i stor grad om prosjektstyring.

Som nevnt innledningsvis trekker Al Nasser mfl. (2016) frem en vesentlig utfordring i den manglende overensstemmelsen mellom teori og praksis når det kommer til fremdriftsplanlegging. Teorien som ligger til grunn for metoder og systemer for fremdriftsplanlegging er god, men hvordan metodene i praksis anvendes samsvarer ikke med teoriens intensjon. Her vises det til at teori og verktøy som finnes på området er utviklet og forankret over lang tid, men på tross av dette sliter mange planleggere med å utarbeide formålstjenlige fremdriftsplaner innenfor prosjektets tids- og ressursrammer. Ifølge Hajdu (referert i Al Nasser mfl., 2016) forklares dette med at fremdriftsplanlegging er svært komplekst og menneskelige begrensninger hos planleggerne gjør det vanskelig å holde oversikt

over all informasjon som er nødvendig for å fatte de beste beslutningene. En annen potensiell forklaring på problemet trekkes frem av Baldwin og Bordoli (2014). De hevder at de fleste som utøver fremdriftsplanlegging er selvlærte og har opparbeidet seg erfaring og ferdigheter ved å fremdriftsplanlegge over lang tid uten noen form for teoretisk opplæring og forankring. Dette er synspunkter som langt på vei også støttes av prosjektoppgaven utarbeidet høsten 2016, hvor vi fant at den gjennomsnittlige fremdriftsplanlegger i de undersøkte caseprosjektene hadde bakgrunn fra produksjon og baserte sin fremdriftsplanlegging på mange års erfaring i byggebransjen.

Ut ifra det ovennevnte kan det konkluderes med at teorien dokumenterer store forsinkelser i byggebransjen. Årsakene til forsinkelsene er godt dokumentert og det viser seg at mange forsinkelser skyldes mangelfull prosjektledelse og dårlig fremdriftsplanlegging. Litteraturen trekker frem flere utfordringer med dagens fremdriftsplanlegging i byggebransjen og disse innebærer i hovedsak mangler ved tradisjonelle metoder. Det dokumenteres også utfordringer i fastsettelsen av prosjektvarighet. Det finnes mye litteratur og teori rundt fremdriftsplanlegging, herunder også dokumentasjon av metoder og verktøy for fremdriftsplanlegging, men graden av samsvar mellom teori og praksis er lav. Dette bekreftes også av tidligere undersøkelser gjennomført av forfatterne av denne oppgaven.

(blank side)

## 4 Empiri

I oppgaven skal det besvares fire forskningsspørsmål som skal bidra til å besvare problemstillingen. Dette kapittelet danner deler av grunnlaget for å besvare følgende forskningsspørsmål:

1. *Hvilke utfordringer finnes i dagens fremdriftsplanlegging?*
2. *Hvilke faktorer og forutsetninger påvirker fremdriftsplanleggingen?*
4. *Hva er god praksis for fremdriftsplanlegging i dagens byggebransje?*

Kapittel 4 presenterer funnene fra casestudiene og de fokuserte intervjuene som anses relevante for å besvare de ovennevnte forskningsspørsmålene. Kapittelet skal også danne grunnlag for å beskrive en god prosess for fremdriftsplanlegging slik problemstillingen etterspør. Det påfølgende empirikapittelet består av følgende deler:

**Kapittel 4.1** redegjør for forutsetninger for fremdriftsplanlegging.

**Kapittel 4.2** redegjør for hovedfremdriftsplanleggingen. Dette inkluderer deltakere i planleggingen, hvordan prosjektnedbrytningen foregår og planstrukturen opparbeides, fastsettelse av aktivitetsvarighet og tilrettelegging for god produksjonsflyt. Til slutt presenteres planleveransene fra hovedfremdriftsplanleggingen.

**Kapittel 4.3** redegjør for produksjonsplanleggingen. Dette innebærer utarbeidelse av fremdrifts- og produksjonsplaner, presentasjon av ulike planleggingsprosesser, fastsettelse av aktivitetsvarighet og prinsipper som legges til grunn for produksjonsplanleggingen.

**Kapittel 4.4** presenterer ulike utfordringer knyttet til de ulike aktørene som er involvert i planleggingsprosessen.

### 4.1 Forutsetninger for planlegging

Det viser seg å være mange forhold som påvirker utgangspunktet for fremdriftsplanleggingen som skal gjennomføres i forkant av et byggeprosjekt. Blant disse forholdene finner vi kontrakt, nødvendige tillatelser, tegningsgrunnlag og kalkyle. I det følgende vil vi redegjøre for forholdene som påvirker utgangspunktet for fremdriftsplanleggingen i tiden etter kontraktsignering mellom totalentreprenør og byggherre.

Før selve prosjektnedbrytningen og oppbyggingen av hovedfremdriftsplanen kan finne sted må prosjektadministrasjonen bli kjent med forutsetningene som ligger til grunn for planleggingen. Entreprenørene oppgir at det er svært viktig at prosjektadministrasjonen får tid til å sette seg ned og bli kjent med prosjektet. Som en av entreprenørene sier:

*«Dess bedre du kjenner prosjektet, dess større sjans er det for at du lykkes med prosjektet.»*

#### **4.1.1 Kontrakt**

For mange er det kanskje en selvfølge, men det trekkes likevel frem av entreprenørene at man må ha en skriftlig bekreftelse på at man faktisk er den entreprenøren som skal utføre prosjektet før man starter fremdriftsplanleggingen. Normalt sett bør dette være en kontrakt, men et bestillingsbrev som bekrefter at kontrakten skal inngås er også en løsning som brukes i det daglige, gitt at kontrakten signeres innen rimelig tid.

Kontraktsigneringen markerer også et viktig tidspunkt i forhold til når entreprenøren for alvor skal begynne sin planlegging og ressurstildeling i prosjektet. Entreprenøren har kanskje allerede gjort seg opp en del tanker om prosjektgjennomføringen, herunder egen kapasitet, organisering og ressursallokering, men det er fra dette tidspunktet arbeidet virkelig starter. Tiden fra kontraktsignering og frem til byggestart trekkes frem som et viktig forhold i denne sammenhengen og det er viktig at tiden her er tilstrekkelig for at produksjonen skal få en god start.

I sammenheng med kontrakten enes man også om grunnlaget det skal produseres ut fra. Herunder nevnes tegningsgrunnlag og kravspesifikasjon som viktige vedlegg til kontrakten. Disse omtales i påfølgende delkapitler.

#### **4.1.2 Prosjektspesifikke forhold**

Før man kan starte en fremdriftsplanlegging er det flere prosjektspesifikke forhold som bør avklares. Dette inkluderer forhold som tilgjengelig riggplass, byggets utforming og grunnforhold da disse påvirker hvordan prosjektet må brytes ned og gjennomføres.

Riggplassen er en avgjørende faktor for logistikken på byggeplassen. Er det god plass rundt bygget kan det være uproblematisk med lagring av materialer og utstyr som gjør at alt kan være klart til enhver tid. Er det dårlig plass er man i større grad avhengig av en velorganisert flyt inn og ut av byggeplassen, og prosjektet kan alt i alt bli mer sårbart for hendelser som rammer logistikken på byggeplassen. Tilgjengelig riggplass er også avgjørende for hvordan og hvor mange kraner man kan benytte, og krankapasiteten kan innvirke betydelig på fremdriften.

Dersom det er liten plass til brakkeriggene kan i verste fall brakkeriggen måtte plasseres utenfor byggeplassen og følgelig skape ekstra gangtid til og fra byggeplassen for arbeidere.

Før produksjonen kan starte må byggeplass og brakkerigg tilkobles vei, strøm, vann og avløp. Når det kommer til veiforbindelse må man ha tillatelse til av- og påkjøring mot offentlig vei og dersom det ikke går vei frem til byggeplassen i det hele tatt må anleggsveier etableres. Tilkobling til vann og avløp må avklares mot kommunale myndigheter og strømtilkobling må organiseres med strømleverandøren i området. En entreprenør forklarer at disse forholdene kan føre til at det går med to til fire uker før riggplassen i det hele tatt er etablert. Et annet forhold som trekkes frem som en utfordring i forbindelse med oppstarten på byggeplassen er naboer og tilgrensende bebyggelse. Det forklares at det er viktig å sette av tilstrekkelig tid i fremdriftsplanen til å få naboene med på laget gjennom informasjon og involvering. Fremdriftsplanen må også ta hensyn til fortløpende dialog og hensyn mot de som berøres av prosjektet. En situasjonsplan trekkes frem som et godt hjelpemiddel i denne sammenhengen.

Byggets utforming er også et forhold som påvirker logistikken på byggeplassen samtidig som det påvirker arbeidsflyten i prosjektet. Et bygg med et lite fotavtrykk vil for eksempel kunne forsinke fremdriften til bygget fordi tilkomsten er begrenset. Antall trappesjakter, etasjeareal og støpte skillevegger er også eksempler på forhold som kan påvirke arbeidsflyten i bygget og dermed også fremdriften. Valg av byggemåte er også en viktig rammebetingelse som påvirker hvordan fremdriften bør legges opp. Dersom betongen for eksempel skal plasstøpes vil det kreve en annen fremdriftsplan enn om betongen skal prefabrikeres. Økt grad av prefabrikering trekkes frem som et viktig forhold som reduserer byggetiden, men det krever samtidig tidligere prosjektering og beslutninger. Dersom totalentreprenøren har mulighet til å påvirke disse valgene er det viktig å vurdere helheten i avgjørelsen. En løsning med en høy investeringskostnad kan gi bedre avkastning på sikt, for eksempel hvis den reduserer byggetiden.

Hvordan bygget skal brukes når det er ferdig påvirker også fremdriftsplanen. Dette i hovedsak i form av hvordan involvering av brukere og andre interessenter skal foregå. Et eksempel som trekkes frem av entreprenørene er om et leilighetsprosjekt er ment for salg eller utleie. Ved salg til enkeltpersoner kan det bli store forskjeller på leilighetene og mange leilighetskjøpere skal ta avgjørelser. Dette er mer krevende å fremdriftsplanlegge og håndtere enn dersom hele bygget skal leies ut og bygges med standard spesifikasjoner som bestemmes av en enkelt byggherre, eller til og med i stor grad av entreprenøren selv.

Grunnforhold trekkes, som i de fleste byggeprosjekter, frem som et usikkerhetsmoment som kan skape utfordringer veldig tidlig i prosjektet. Grunnundersøkelser kan til en viss grad si noe om forholdene, men det kan alltid dukke opp uforutsette ting og man vet egentlig ikke det

endelige utfallet før fundamenteringen er ferdig. For å unngå disse problemene trekkes oversikt over grunnforhold og en plan for håndtering av eventuelle hendelser frem som en suksessfaktor som må legges til grunn i fremdriftsplanleggingen. Det er altså viktig å skaffe seg oversikt over prosjektspesifikke forhold som påvirker fremdriften så tidlig som mulig, slik at dette kan hensyntas fra starten av planleggingen.

#### **4.1.3 Rammetillatelse og igangsettingstillatelse**

Rammetillatelse fra kommunen viser seg å være en gjenganger som kan skape utfordringer for et byggeprosjekt allerede før det er påbegynt. Derfor trekkes rammetillatelsen i mange sammenhenger frem som en vesentlig forutsetning for å få en god fremdriftsplanlegging. I forbindelse med rammesøknaden for et byggeprosjekt trekkes det frem at det ofte kommer krav fra kommunen om rekkefølgebestemmelser som må håndteres i forbindelse med prosjektet. Dette være seg alt fra overvannshåndtering til anleggelse av gang- og sykkelvei. Dersom rammetillatelsen ikke er godkjent før man starter fremdriftsplanleggingen kan det altså komme overraskelser som påvirker fremdriften til prosjektet. Dersom det ikke en gang er søkt om rammetillatelse vet man heller ikke om ansvarlig søker, ofte arkitekt, har kontrollert prosjektet opp mot aktuelle reguleringsplaner og rekkefølgebestemmelser.

Ansvar for rammetillatelsen og eventuelle rekkefølgebestemmelser ligger i utgangspunktet på byggherre gjennom dennes ansvarlige søker, men dersom ikke rammetillatelsen er i orden ved oppstart av en fremdriftsplanlegging påvirker dette også totalentreprenøren. Selv om ansvaret i denne sammenhengen hviler på ansvarlig søker og byggherre er det viktig at totalentreprenøren følger opp både byggherre og ansvarlig søker fortløpende. Den klare anbefalingen fra de intervjuede entreprenørene er altså at det bør foreligge en godkjent rammetillatelse fra kommunen før de skriver kontrakt og begynner sin fremdriftsplanlegging.

En entreprenør trekker frem at tegningsgrunnlaget som følger rammesøknaden og svaret fra kommunen med eventuelle forbehold også er et godt utgangspunkt for fremdriftsplanlegging hos totalentreprenøren. Dette fordi entreprenøren da har et stort handlingsrom for å utarbeide løsninger på eventuelle rekkefølgebestemmelser tidlig i prosjektet og få disse med i planene. Ansvar for oppfølgingen av kommunens krav ligger like fullt på byggherre, men ved å involvere totalentreprenøren i vurderingen av løsninger for å svare til kommunens krav hevdes det at det sikres gode løsninger for både byggherre og entreprenør.

I noen tilfeller forklares det også at kontrakt skrives, og kanskje også at fremdriftsplanleggingen påbegynnes, før rammetillatelsen foreligger. Samtidig understrekes det at dette ikke er en ideell løsning og at det forutsetter at oppstartsdato på byggeplassen er forankret mot tidspunktet hvor rammetillatelsen foreligger. Den kontraktsfestede prosjektvarigheten må holdes konstant og ferdigstillingen må altså flyttes tilsvarende som oppstarten. I disse tilfellene



trekkes det også frem som en fordel at byggherre tvinges til å styre arkitekten frem til tillatelsen foreligger slik at entreprenøren ikke overtar ansvaret for arkitekten før dette tidspunktet.

Så fort rammetillatelsen foreligger og et fagområde i prosjektet er tilstrekkelig prosjektert kan man søke om igangsettingstillatelse for det aktuelle fagområdet. Også denne søknadsprosessen skal foregå gjennom ansvarlig søker, men entreprenørene trekker frem at det kreves aktiv oppfølging og koordinering mellom prosjekterende, arkitekt og byggherre for å sikre at søknadene om igangsettingstillatelse sendes når de skal.

Kommunens saksbehandling er også et tema som trekkes frem i flere sammenhenger. Det trekkes frem at det er viktig å ha kontroll på prosjektets status i forhold til saksbehandling til enhver tid, samt å være profesjonell overfor kommunen og akseptere de rammer de legger i forhold til rekkefølgebestemmelser. Kommunikasjon med kommunen skal i hovedsak skje gjennom ansvarlig søker, og det er viktig å bruke ansvarlig søker aktivt opp mot kommunen slik at man ikke ødelegger eget forhold til kommunen. Dersom entreprenøren involveres før rammesøknadsprosessen i et prosjekt vil entreprenøren kunne påvirke hvorvidt det skal avholdes en forhåndskonferanse med kommunen. Dette kan være et godt virkemiddel for å skape en god dialog og kommunen hevder en slik tidlig dialog bidrar til en god byggeprosess. Samtidig er det viktig å følge opp at ansvarlig søker overholder frister og fullfører sine oppgaver.

#### **4.1.4 Tegningsgrunnlag**

Det tilgjengelige tegningsgrunnlaget trekkes frem som en av de viktigste premissene for fremdriftsplanleggingen. Dette har sin naturlige årsak i at det er tegningene og eventuelle beskrivelser som definerer hva man skal bygge og i hvilken rekkefølge det må bygges. Tegningsgrunnlaget kommer gjerne fra byggherrens arkitekt som resultat av et forprosjekt og er ofte det samme grunnlaget som entreprenøren har basert sin pris på. Det er også en fordel at tegningsgrunnlaget er det samme som har fulgt rammesøknaden gjennom kommunen, da dette sikrer kvaliteten i forhold til regulerings- og rekkefølgebestemmelser. Videre ønsker enkelte av entreprenørene at tegningsgrunnlaget skal være tatt enda et steg videre slik at byggherre og arkitekt har fått på plass et romprogram og gjort seg opp en mening om materialvalg og konstruksjonsløsninger. Dette bidrar til å redusere usikkerheten i underlaget slik at fremdriften kan planlegges mer detaljert og med mindre usikkerhet. Et godt og detaljert tegningsgrunnlag kan på denne måten bidra til å redusere byggetiden fordi man kan komme i gang med detaljert planlegging og bestillinger tidligere. Den reduserte usikkerheten gjør også at man kan redusere tidsbufferne i planen og på denne måten redusere byggetiden ytterligere.

En viktig oppgave for prosjektadministrasjonen er å sette seg godt inn i det tilgjengelige tegningsgrunnlaget og vurdere kvaliteten og detaljeringsgraden på tegninger og beskrivelser fra arkitekt og prosjekterende. Visualisering av bygget som en 3D-modell i eget hode hjelper en av entreprenørene å sette seg inn i prosjektet. Dette gir oversikt over prosjektet, hva som skal leveres og hvilke krav og ønsker byggherre har til det ferdige resultatet. Entreprenøren kan også gjøre seg opp noen tanker om hvordan det er ønskelig å angripe bygget. De intervjuede entreprenørene forteller i denne forbindelse om angreps- og knutepunkter. Med angrepspunkter menes det hvor i bygget det er lønnsomt å starte produksjonen, og trappesjakter er et gjentakende bygningsselement som legger føringer for produksjonsrekkefølgen i bygget. Det typiske eksempelet er da at hver trappesjakt tjener som tilkomst for tilgrensende leiligheter gjennom produksjonsfasen. Knutepunkter er en annen faktor enkelte entreprenører vurderer. Med dette menes bygningsselementer som påvirker videre produksjon på flere fronter, kall det gjerne et veiskille på kritisk linje. Dersom entreprenøren under gjennomgangen av tegningsgrunnlaget ser at det er løsninger fra arkitekten som er vanskelige å forstå eller gjennomføre må entreprenøren sette inn ekstra ressurser for å samle informasjon om de mest usikre delene av prosjektet slik at denne usikkerheten reduseres.

Alle entreprenørene er enige om hva som er minimum nødvendig tegningsgrunnlag og dette hevdes å være fasade-, plan- og snittegninger. Der meningene varierer litt er på detaljeringsgraden av disse, men alle er enige om at de bør være passert rammesøknadsprosessen. Et mangelfullt tegningsgrunnlag kan i verste fall kan føre til at man feilvurderer fremdriften og planlegger for feil aktiviteter. Man vet rett og slett ikke hva man planlegger for og kan dermed risikere store endringer utover i prosjektet. Det trekkes likevel frem at et noe tynnere tegningsgrunnlag kan gi rom for egne valg, men dette er veldig avhengig av andre forhold i prosjektet så som forholdet til byggherre og brukere. Ulempen ved et mindre detaljert tegningsgrunnlag er større risiko for endringer når prosjekteringen påbegynnes.

En annen viktig oppgave for prosjektadministrasjonen er kontroll av tegningsgrunnlaget opp mot kalkylen. Kalkylen definerer hvilke ressurser prosjektet har til rådighet og dersom de tilgjengelige ressurser ikke samsvarer med det som skal produseres blir prosjektadministrasjonens oppgave betydelig vanskeligere. Det kan da bli behov for å revurdere metoder og løsninger eller omdisponering av ressurser.

Sammen med tegningsgrunnlaget forklares det at det også bør følge en kravspesifikasjon i tillegg til romprogrammet. Et brannkonsept, eller i det minste opplysninger om dette er hensyntatt i forprosjekteringen eller ikke, er også et ønske fra enkelte av entreprenørene. I likhet med tegningsgrunnlaget gjelder det også for kravspesifikasjoner og annen dokumentasjon at økt detaljering gir sikrere fremdriftsplanlegging, mens redusert detaljering gir entreprenøren større frihet. I løpet av detaljprosjekteringen blir stadig flere elementer i

prosjektet prosjektert. Dette gjør at tegningsgrunnlaget fortløpende sikres, men også endres. Det er derfor viktig at endringer i tegningsgrunnlaget fortløpende tas opp i hovedfremdriftsplanen.

#### 4.1.5 Kalkyle

Totalentreprenørens kalkyle for prosjektet trekkes frem som et viktig grunnlag for fremdriftsplanlegging hos samtlige entreprenører. Dette har sammenheng med at kalkylen viser hva entreprenøren har tatt høyde for å levere innenfor rammene av den tilbudte prisen. Det er derfor nødvendig for prosjektadministrasjonen å bli kjent med kalkylen som ble utarbeidet i anbudsfasen og timeverkene som er lagt inn i denne. I kalkylen blir ressursene allokert og prosjektadministrasjonen er nødt til å hensynta denne fordelingen ettersom dette er ressursene de har til rådighet. Her vil det først og fremst være viktig å vurdere validiteten til kalkylen da denne kan miste sin gyldighet dersom det oppstår endringer i grunnlaget den opprinnelige kalkylen er bygget på.

Flere entreprenører mener man må unngå at kalkylen mister sin gyldighet fordi det er viktig å opprettholde et tett forhold til kalkylen som styringsverktøy utover i prosjektet. Entreprenørene mener også at den til enhver tid oppdaterte kalkylen bør anses som en produksjonskalkyle da den ikke lenger bare er et grunnlag for å finne en pris eller gi en formening av arbeidsomfang; den er en oppdatert oversikt over hva som faktisk skal produseres. Eventuelle endringer og tillegg som omtales i det følgende må fortløpende inkluderes i produksjonskalkylen. Produksjonskalkylen er entreprenørens eget dokument og en entreprenør trekker frem at den kan sees som totalentreprenørens svar på en detaljert beskrivelse etter bygningsdelstabellen i Norsk Standard som ofte utarbeides av byggherre ved andre entrepriseformer.

Med henblikk på det oppdaterte tegningsgrunnlaget som tidligere omtalt vil det være avgjørende at kalkylen holder følge med endringene som gjøres i dette grunnlaget. Dette gjelder spesielt i forhold til mengder, nødvendige timeverk og produktvalg som kan påvirke kostnadsfordelingen. Kontrahering av underentreprenører i detaljprosjekteringsfasen kan også påvirke kalkylen, slik at delene av prosjektet som leveres av andre kontraktstfestes i forhold til både fremdrift og pris. Ansvaret for disse delene hviler dermed ikke lenger på totalentreprenøren alene.

Hvor komplett og detaljert kalkylen er kan variere. Før man med sikkerhet vet om man er den aktøren som skal gjennomføre prosjektet er det ikke alltid like lett å benytte tilstrekkelige ressurser i kalkulasjonen fordi man ikke kan være sikker på at man får betalt for innsatsen. Dersom kalkulatøren har hatt liten tid til å kalkulere prosjektet vil prosjektadministrasjonen som får tildelt prosjektet få mer jobb med å fordele ressurser, vurdere timeverk og finne

løsninger for gjennomføringen av prosjektet. I noen tilfeller har entreprenørene inngått kontrakt på en kvadratmeterpris som baserer seg på et minimum av kalkulasjonsinnsats. Dette skal ifølge entreprenørene ikke skje, og prosjektadministrasjonen må i slike tilfeller utarbeide en komplett kalkyle med riktige timeverk og priser før fremdriftsplanleggingen starter.

Et annet tilfelle er der kalkulatøren har løst utfordringer og lagt til grunn ulike løsninger for gjennomføringen av prosjektet, men ikke videreformidlet dette på en tydelig måte til prosjektadministrasjonen. Dersom det er mangelfull kommunikasjon mellom kalkulatøren og prosjektadministrasjonen må sistnevnte bruke mye tid på å tolke kalkylen. Dersom løsninger og metoder for gjennomføringen av prosjektet har endret seg i forhold til det som opprinnelig var forutsatt av kalkulatøren kan prosjektadministrasjonen ha omprioritert ressurser i kalkylen for å samsvare bedre med de nye forholdene. En slik omprioritering kan også ha sin årsak i at prosjektadministrasjonen er uenig i kalkulatørens ressursallokering.

Alle entreprenørene er enige om at det ideelle er en perfekt kalkyle som foreligger før planleggingen starter. I dette ligger at den inneholder alle kostnadsbærende elementer i prosjektet med riktige priser og mengder. I tillegg til dette trekker en av entreprenørene frem et forslag til en ideell prosess for å bli kjent med kalkylen som ble utarbeidet i anbudsfasen. Dette innebærer en gjennomgang med den som har kalkulert jobben for å få oversikt over hvilke elementer av prosjektet som er kalkulert, på hvilket grunnlag de er kalkulert og hvordan kalkulatøren har tenkt i forhold til byggemåte og løsninger. Med andre ord mener entreprenøren det er en klar fordel dersom informasjonsflyten mellom prosjektadministrasjonen og kalkulatøren forbedres. Entreprenøren understreker at dersom dette skal gjennomføres må det settes av tilstrekkelig tid slik at det blir en utfyllende erfaringsutveksling. I tillegg bør et referat føres slik at avgjørelser dokumenteres.

#### **4.1.6 Prosjektadministrasjonen**

Som nevnt markerer kontraktsigneringen et viktig tidspunkt for når entreprenøren for alvor begynner sin planlegging og ressurstildeling. Likevel kan enkelte roller ha vært involvert tidligere under kalkuleringen av jobben; dette gjelder spesielt prosjektleder og i noen tilfeller anleggsleder. Etterhvert som mobiliseringsfasen utvikler seg vil formenn og baser involveres, men dette viser seg i mange tilfeller å være vanskelig og gjennomføre. Dette skyldes at formenn og baser svært sjeldent frigjøres fra andre prosjekt før produksjonen er i gang på det aktuelle prosjektet. Overlapping mellom flere prosjekter hos prosjektledere og anleggsledere trekkes også frem som en utfordring. Selv om disse har en annerledes arbeidshverdag og involveres i prosjektene før produksjonen starter er det fremdeles en utfordring at de i perioder må være tilgjengelige på flere prosjekter.

Samtlige entreprenører mener en involvering av hele prosjektadministrasjonen umiddelbart etter kontraktsignering er ideelt da dette vil øke eierskapet til prosjektet hos samtlige. Selv om prosjektleder i teorien kan planlegge hovedfremdriftsplanen alene anses ikke dette som gunstig da det er anleggsleder som bør ha størst eierskap til planen ettersom det er anleggsleder som har hovedansvaret for oppfølging av fremdriften på byggeplassen. I tillegg trekkes erfarne formenn og baser frem som gode ressurser i utarbeidelsen av hovedfremdriftsplanen på grunn av sin praktiske tilnærming til prosjektgjennomføringen. Ifølge entreprenørene bør involveringen av disse personene økes og dette omtales nærmere i kapittel 4.2.

#### 4.1.7 Byggherre

Byggherre er bestiller av bygget, betaler for prosjektet og har alle rettigheter til det ferdige produktet. Byggherre har stor innvirkning på hva som skal bygges og hvordan det skal utformes gjennom sin bestilling til entreprenøren. Byggetid, kvalitet og målgruppe for prosjektet defineres ofte i stor grad av byggherre eller dennes arkitekt. Byggherre er således ansvarlig for mange viktige rammebetingelser som må legges til grunn for fremdriftsplanleggingen i prosjektet.

En vesentlig rammebetingelse for fremdriftsplanleggingen er byggetiden til prosjektet. Denne bestemmes i hovedsak på to måter der den første er et konkret krav fra byggherre. I dette tilfellet er derfor byggetiden, start- og sluttdato og viktige milepæler en del av byggherres bestilling. Den andre vanlige varianten er at byggetiden er et konkurranseelement på lik linje med pris. Entreprenørene må i dette tilfellet tilby en bestemt varighet. I tillegg til disse to variantene finnes det også prosjekter der entreprenøren arbeider sammen med byggherren i prosjektutviklingen gjennom forskjellige samspillmodeller. Dette trekkes frem som en foretrukket arbeidsform hos den ene entreprenøren da dette gir entreprenøren mulighet til å påvirke byggherre til å fastsette en varighet som passer med entreprenørens ønsker.

Byggherres plan for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA-plan) legger flere føringer for hvordan byggherre forventer at byggeplassen skal fungere og fremstå. Byggherres plikt til å utarbeide SHA-planen er lovfestet i byggherreforskriften og skal implementeres i entreprenørens internkontrollsystem. Byggherreforskriftens §5 pålegger også byggherre at det “[...] avsettes tilstrekkelig tid til prosjektering og utførelse av de forskjellige arbeidsoperasjoner”. Byggherre står dermed ikke helt fritt til å bestemme prosjektvarighet da det finnes lovfestede rammer, men definisjonen av *tilstrekkelig tid* varierer blant entreprenørene. En entreprenør trekker frem at enkelte byggherrer ikke er klar over sine plikter i forhold til byggherreforskriften og at det derfor kan være nødvendig å påse at både byggherre og ansvarlig søker er klar over og følger opp sine plikter. Som tidligere nevnt er det byggherre som i utgangspunktet er ansvarlig søker, men denne oppgaven overlates normalt til

arkitekten. Ansvar for saksbehandling mot offentlige myndigheter hviler på byggherre, men foregår normalt gjennom en ansvarlig søker.

Selv om totalentreprisens egenart tilsier at totalentreprenøren tar over ansvaret for mange beslutninger etter kontraktsignering er det fremdeles flere beslutninger fra byggherre som må hensyntas og implementeres i den videre byggeprosessen. For at disse beslutningene ikke skal hemme fremdriften understreker alle entreprenørene viktigheten av å sikre byggherres beslutninger gjennom en beslutningsplan som synliggjøres i hovedfremdriftsplanen.

## **4.2 Hovedfremdriftsplanlegging**

Vi har nå sett på forutsetninger og forhold som påvirker hovedfremdriftsplanleggingen og går nå over til å se på hvordan entreprenørene utarbeider sine hovedfremdriftsplaner. I kapittel 4.2 redegjøres det for temaene deltakere i planleggingen, prosjektnekbrytning og planstruktur, fastsettelse av aktivitesvarighet samt buffere og flyt i planen. Avslutningsvis presenteres planleveransene fra hovedfremdriftsplanleggingen.

Ofte eksisterer det en grov hovedfremdriftsplan fra anbudsfasen i prosjektet, men det varierer hvordan entreprenørene forholder seg til denne. Enkelte entreprenører velger å bygge videre på slike planer, mens andre mener slike planer er svært usikre og heller begynner med blanke ark i utarbeidelsen av hovedfremdriftsplanen.

### **4.2.1 Deltakere i planleggingen**

Det kommer tydelig frem hos entreprenørene at det i hovedsak er anleggsleder med innspill fra prosjektleder som utarbeider, og dermed har størst eierskap til, hovedfremdriftsplanen. En av entreprenørene understreker at utarbeidelsen av hovedfremdriftsplanen bør gjennomføres av anleggsleder ettersom det er anleggsleder som i gjennomføringsfasen påser at den faktiske fremdriften samsvarer med den planlagte.

En av entreprenørene mener det er ideelt om alle nøkkelfunksjoner i prosjektets gjennomføringsfase bidrar i planleggingen. De trekker spesielt frem fire roller i prosjektet; prosjektleder, anleggsleder, en erfaren formann og en erfaren bas. Dette henger i stor grad sammen med eierskapet til hovedfremdriftsplanen. Der prosjektlederen er øverste ansvarlige overfor en annen kontraktspart for at hovedfremdriftsplanen overholdes er anleggslederen ansvarlig for at hovedfremdriftsplanen overholdes i den daglige driften. Formenn følger opp planene i samarbeid med anleggsleder, men har en noe kortere tidshorisont i sin planlegging, mens baser i liten grad forholder seg til hovedfremdriftsplanen. Involveringen av formenn og baser henger sammen med entreprenørenes påstand om at det ofte skjer endringer i forhold til opprinnelig plan i det aktiviteten skal gjennomføres som følge av at en formann eller en bas

kommer med en bedre løsning for utførelsen av aktiviteten. Dersom formann eller bas hadde bidratt i hovedfremdriftsplanleggingen kunne disse endringene vært unngått.

#### 4.2.2 Prosjektnedbrytning og planstruktur

I forbindelse med hovedfremdriftsplanlegging har vi til nå sett på hvem som bidrar i planleggingen. I dette delkapittelet beveger vi oss over til hovedfremdriftsplanen og skal i det følgende redegjøre for begrepsbruk, prosjektnedbrytning og planstruktur, detaljeringsgrad i planen, samt ulike metoder for å inkludere administrative oppgaver i planen.

For den videre redegjørelsen rundt hovedfremdriftsplanlegging er det behov for å avklare den videre begrepsbruken. *Fagkapitler* vil si de ulike fagene som vanligvis er involvert i et byggeprosjekt, og eksempler på dette er betongarbeider, malerarbeider, elektroarbeider og tømmerarbeider. Som nevnt i kapittel 2 er det i denne oppgaven valgt å begrense datainnhenting til totalentreprenører med *egenproduksjon*. I dette tilfellet innebærer egenproduksjon at totalentreprenøren utfører betong- og/eller tømmerarbeider selv, og dette betegnes videre som totalentreprenørens *egne arbeider*. Resten av aktivitetene blir kjøpt inn fra underentreprenører. *Bygningsdeler* vil si de ulike delene av bygget, og eksempler på dette er yttervegger, dekker, vinduer og innvendige vegger.

*Plannivå* er et annet viktig begrep som benyttes i utstrakt grad av intervjupersonene, og dette er enkelt illustrert i Figur 20. Det øverste plannivået betegnes som nivå 1 og er i dette eksempelet *Prosjektnavnet*. Plannivå 2 er i dette eksempelet fagkapittelet *Betongarbeider*. Etter dette følger plannivå 3 som er *Etasje 1*, og plannivå 4 som i dette eksempelet er bygningsdelen *Søyler*.

Plannivå ▼	Task Name ▼
1	Prosjektnavn
2	Betongarbeider
3	Etasje 1
4	Søyler

Figur 20. Eksempel på plannivåer

#### Prosjektnedbrytning og planstruktur

Under datainnhenting og bearbeiding av data har det vist seg utfordrende å skille mellom prosjektnedbrytning og planstruktur. Dette skyldes til dels intervjuteknikk og formulering av spørsmål, samt at varierende begrepsbruk hos intervjupersonene har komplisert etterarbeidene. I det påfølgende vil prosjektnedbrytningen og planstrukturen som benyttes hos de intervjuede entreprenørene beskrives.

Etter at prosjektadministrasjonen har blitt kjent med prosjektet som beskrevet i kapittel 4.1 kan prosjektnedbrytningen og oppbyggingen av planstrukturen begynne. Her er målet å gjøre den første nedbrytningen av prosjektet, for så å synliggjøre aktivitetene på en ryddig og oversiktlig måte. Den første nedbrytningen av prosjektet legger grunnlaget for ytterligere nedbryting i aktiviteter som kan tidfestes. I denne sammenhengen trekker entreprenørene frem viktigheten av å bryte opp prosjektet i aktiviteter som kan tidfestes med tilfredsstillende nøyaktighet. Hvordan selve prosjektnedbrytningen og oppbyggingen av planstrukturen foregår har vist seg å være ulik både mellom entreprenørene, men også innad i hver enkelt entreprenørbedrift. Alle entreprenørene nevner inndeling etter bygningsdelstabellen (NS3451), ulike fagkapitler, byggeprosessens faser, samt geografisk inndeling i etasjer, områder og soner, men bruken av disse prinsippene varierer.

Bygningsdelstabellen (NS3451) nevnes av samtlige entreprenører, men det varierer hvordan den brukes. Bygningsdelstabellen havner i en slags særstilling i forhold til andre metoder for nedbrytning, da denne inneholder en komplett prosjektnedbrytningsstruktur på fire plannivåer. Dette gir seg utslag i at det er vanskelig å identifisere hvordan entreprenørene konkret benytter tabellen. Flere hevder de bruker den, men der noen benytter de overordnede plannivåene i tabellen til overordnet strukturering i planen, benytter andre bygningsdelstabellens tredje og fjerde nivå som sjekklister for å kontrollere at de har fått med alle relevante aktiviteter i fremdriftsplanene sine.

I denne standarden er alle bygningsdeler gitt egne koder og sortert etter hvilke fag de tilhører. Nedbrytning etter bygningsdelstabellen har derfor mange likhetstrekk med prosjektnedbrytning etter fagkapitler, men entreprenørene benytter bygningsdelstabellen og fagkapitler på forskjellige nivåer i planen. En entreprenør trekker frem at fagkapitlene har sine egne tosifrede koder i bygningsdelstabellen, men selv om bygningsdelstabellen og fagkapitlene er til dels sammenfallende trekker andre entreprenører frem at utgangspunktet for disse to ikke er det samme. Dette i form av at bygningsdelstabellen bryter prosjektet ned etter bygningsdeler, mens en fagkapittelinnndeling konsekvent grupperer bygningselementer etter hvem som produserer elementet.

Fagkapitler benyttes som det øverste plannivået av flere entreprenører. Mange trekker frem dette som en oversiktlig og ryddig måte å bryte ned prosjektet og strukturere planen etter da de får en oversikt over aktivitetene som tilhører de ulike fagene. Ulempen med å gjøre dette er at man mister den kronologiske rekkefølgen i byggeprosessen. Dette trekkes frem som en ulempe hos flere av entreprenørene, men likevel viser det seg å være den vanligste metoden for inndeling av det øverste plannivået.



Faser er en mye brukt inndeling, og grunnarbeider, råbygg, tett bygg, innvendige arbeider og sluttarbeider er gjengangere i denne sammenhengen. Spesielt i de tidlige fasene som grunnarbeider og råbygg, når det er få parallelle aktiviteter, virker entreprenørene å ha god kontroll med en slik inndeling. En av entreprenørene bygger den overordnede strukturen i plannivå 1 konsekvent opp i de fem ovennevnte fasene for enklere å følge byggeprosessen i en kronologisk rekkefølge.

Nedbrytning av bygningen etter etasjer, områder og soner er også i utstrakt bruk, spesielt på lavere plannivåer. Her trekker entreprenørene frem at geografisk inndeling på denne måten gjerne er det laveste plannivået, også under enkeltaktiviteter dersom disse er store i arbeidsomfang, mens andre benytter en geografisk soneinndeling for så å definere enkeltaktiviteter i en etasje eller sone. Hvor nøyaktig geografisk oppdeling de ulike entreprenørene foretrekker er svært varierende, men alle er enige om at behovet er svært avhengig av prosjektstørrelsen. Enkelte entreprenører har her tydelige tommelfingerregler i forhold til foretrukket størrelse på soner. Disse tommelfingerreglene er gjerne i form av antall kvadratmeter som de erfaringsmessig vet hvor lang tid krever. En entreprenør trekker frem at det er gunstig med en soneinndeling som gir like stor arbeidsmengde for alle fag i alle soner. En slik nedbrytning tidlig i prosjektet fører til en forenklet tidfesting i den påfølgende produksjonsplanleggingen som omtales i kapittel 4.3, samt et godt utgangspunkt for god flyt i produksjonen.

Som forklart over kan entreprenørene i all hovedsak fortelle om fire overordnede metoder for prosjektnedbrytning; inndeling etter bygningsdelstabellen (NS3451), ulike fagkapitler, byggeprosessens faser, samt geografisk inndeling i etasjer, områder og soner. Selv om dette i og for seg kan virke som fire relativt atskilte metoder er virkeligheten betydelig mer sammensatt. Ingen av entreprenørene benytter noen av disse metodene fullt ut og hvordan de ulike metodene benyttes i forskjellige plannivåer har heller ingen entydig praksis.

For å oppsummere hovedtrekkene med hensyn til prosjektnedbrytning og planstruktur hos de undersøkte entreprenørene kan det trekkes frem at de stort sett benytter fire plannivåer. På de mest overordnede plannivåene er nedbrytning etter fagkapitler og faser i byggeprosjektet vanlig, mens de lavere plannivåene ofte brytes ned etter aktiviteter eller geografi. Bygningsdelstabellen brukes på alle nivåer, alene eller i kombinasjon med andre metoder.

Det trekkes frem av en entreprenør at dagens fremdriftsplaner ikke er ideelle. Entreprenøren mener det ideelle ville vært om planen gikk kronologisk fra start til slutt gjennom prosjektet, og at man på denne måten kan gå gjennom prosjektet slik det bygges. Ved å gjøre det på denne måten slipper entreprenøren å gå ned i planen og kikke i andre fagkapitler for å finne avhengigheter mellom de ulike aktivitetene. Problemet med avhengigheter unngår man på

denne måten ved å relatere alle bygningsdeler til en enkelt tidsakse istedenfor til hvordan arbeidsflyten i praksis foregår.

En entreprenør forteller at det ideelle hadde vært dersom postene i kalkylen samsvarte med aktivitetene i fremdriftsplanen. Dette forutsetter at man benytter samme nedbrytningsstruktur i kalkyle og fremdriftsplanlegging. Ved å ha en forhåndsdefinert nedbrytningsstruktur med et kodingssystem (kalles *WBS-koder* i planleggingsverktøyet Microsoft Project) kan alle kalkyleposter gis en WBS-kode som automatisk kan lastes inn i fremdriftsplanen i Microsoft Project. Deretter gjenstår det kun en ressurssettings- og struktureringsjobb for fremdriftsplanleggeren. Dersom kalkylepostene i tillegg er ressurs satt kan også ressursfordelingen følge med over i Microsoft Project og fremdriftsplanleggeren må dermed kun kontrollere strukturen og bemanningen i fremdriftsplanen.

### **Detaljeringsgrad i planen**

Detaljeringsgraden i hovedfremdriftsplanen varierer mye avhengig om det gjelder totalentreprenørens egne arbeider eller underentreprenørens arbeider. Totalentreprenørens egne arbeider har i alle de undersøkte tilfellene høyest detaljeringsgrad. Dette henger sammen med totalentreprenørens behov for ressursfordeling og kontroll over egne arbeidsoppgaver da ansvaret for slike oppgaver hviler på totalentreprenøren gjennom hele verdikjeden og ikke overføres til en underentreprenør. Videre har totalentreprenøren varierende kjennskap til underentreprenørens arbeidsoppgaver, og kjennskapen har nær sammenheng med planleggerens erfaring. Dette påvirker planleggerens evne til å detaljere underentreprenørens oppgaver.

Dersom fremdriftsplanen er kronologisk bygget opp er det typiske tilfellet at arbeidene som ligger nærmest planleggingstidspunktet er mest detaljert. Dette avhenger av flere forhold, men en av årsakene er behovet for kontroll over arbeidene som skal skje tidligst i produksjonsfasen i tillegg til at disse som regel kontraheres først. Følgelig har totalentreprenøren fått en leveransebeskrivelse og en mer detaljert fremdriftsplan av den aktuelle underentreprenøren over arbeidene som skal gjennomføres. En annen årsak til den lave detaljeringsgraden av arbeider langt frem i tid er at mange av underentreprenørene som skal gjøre disse arbeidene ikke er kontrahert, eller at det mangler prosjekteringsgrunnlag for disse arbeidene slik at totalentreprenøren rett og slett ikke vet hva som skal produseres eller hvordan det skal gjennomføres.

En annen vesentlig årsak til varierende detaljeringsgrad i hovedfremdriftsplanen er hvor stor betydning de ulike aktivitetene har for videre arbeid. Dersom aktiviteten er av vesentlig betydning for videre arbeid vil aktivitetens avhengigheter vurderes nøye og detaljeringsgraden øke for å sikre kontroll over kritisk vei i prosjektet.

Ifølge entreprenørene varierer den ideelle detaljeringsgraden mye, men alle entreprenørene trekker frem viktigheten av å ikke miste helhetsoversikten i planen. En av entreprenørene trekker frem behovet for en høy detaljeringsgrad i hovedfremdriftsplanen. Dette begrunnes med at en høy detaljeringsgrad er vesentlig for å ha kontroll over prosjektet og informasjonen, og for å kontinuerlig være oppdatert på informasjonsfronten. En annen entreprenør mener hovedfremdriftsplanen kun skal vise de store linjene i prosjektet, og fraråder å etterstrebe en høy detaljeringsgrad i hovedfremdriftsplanen. I tillegg mener entreprenøren det foreligger for lite sikker informasjon til i det hele tatt å kunne detaljere fremdriftsplanen. Den usikre informasjonen skyldes tillegg og endringer fra byggherre og detaljprosjektering som beskrevet i kapittel 4.1.

En entreprenør mener at hovedfremdriftsplanen bør presenteres på maksimalt to til tre A3-ark for å unngå og miste oversikten. Detaljeringsgraden får dermed en naturlig begrensning. Entreprenøren mener også at andre aktører i prosjektet mister oversikten dersom hovedfremdriftsplanen blir for omfattende.

### **Administrative oppgaver i fremdriftsplanen**

Det viser seg vanlig at entreprenørene inkluderer flere administrative aktiviteter og oppgaver i fremdriftsplanen. Hvor mange og hvilke aktiviteter som inkluderes ser ut til å variere med prosjektspesifikke forhold, men nøyaktig hvordan og hvorfor er ukjent for forfatterne basert på de gjennomførte undersøkelsene. Det kan likevel nevnes at gjengangere er temaer som offentlige søknadstider, sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA), prosjektering og viktige milepæler.

Med hensyn til hvor i planen administrative oppgaver plasseres er det vanligste at de samles under en større samleaktivitet tidlig i planen. Samleaktiviteten ligger typisk i det øverste plannivået og har gjerne navn som *Administrasjon, Forberedende arbeider* eller *Administrasjon, prosjektering og SHA*. På plannivået under samleaktivitetene finner vi i all hovedsak konkrete oppgaver eller aktiviteter. Kun enkelte poster som møter eller andre repeterende aktiviteter er detaljert ytterligere. Det typiske eksempelet her er *Vernerunder og Sikker Jobb Analyser (SJA)*. Det er påfallende at aktiviteter som disse, som er tydelig tidfestet gjennom faste intervaller eller opp mot spesielle aktiviteter, er samlet og delvis skjult under en administrativ hovedaktivitet tidlig i planen. Et fellestrekk for alle administrative oppgaver som inkluderes i fremdriftsplanen er at de har ingen eller veldig liten varighet. De er typiske milepæler, eventuelt med en varighet på en til to timer som er tilfellet for den typiske vernerunden.

Enkelte entreprenører implementerer bestillings- og leveranseplaner i hovedfremdriftsplanen. Dette vil si at bestillings- og leveringsdatoen for aktiviteter som krever større bestillinger og følgelig leveranser implementeres i hovedfremdriftsplanen. På denne måten kan det sikres at leveransen til aktiviteten skjer før aktiviteten skal påbegynnes. En av entreprenørene legger

konsekvent inn bestillingen som et eget punkt rett over den tilknyttede aktiviteten og benytter avhengigheter som tar høyde for leveringstiden mellom bestilling og planlagt utførelse.

### 4.2.3 Fastsettelse av aktivitetsvarighet

Etter at prosjektnedbrytningen og oppbyggingen av planstrukturen er ferdigstilt er det nødvendig å bestemme varigheten til de ulike aktivitetene. Flere entreprenører trekker frem at de gjør det i denne bestemte rekkefølgen, mens andre ikke følger den til punkt og prikke. I det følgende delkapittelet vil vi gå igjennom hvordan entreprenørene bestemmer varigheten til aktivitetene i fremdriftsplanen, samt viktige forhold som spiller inn på varigheten.

Den overordnede tidfestingen av aktivitetene fra prosjektnedbrytningen gjøres i hovedsak av prosjektleder og anleggsleder. Dette er det gjentakende tilfellet hos de intervjuede entreprenørene, men det er ulike ting som spiller inn i tidfestingen. For det første vil kalkylen med timeverk legges til grunn for tidfestingen av totalentreprenørens egne arbeider som inkluderer betong- og tømmerarbeider. Denne inneholder informasjon om avsatte timeverk i de ulike postene, men det varierer hvorvidt inndelingen av kalkylen stemmer overens med prosjektnedbrytningen i hovedfremdriftsplanen. Dersom postene i kalkylen og hovedfremdriftsplanen hadde hatt like WBS-koder som beskrevet tidligere kunne timeverkene blitt direkte overført fra kalkylen til hovedfremdriftsplanen. Dette har vist seg å ikke være tilfellet hos entreprenørene; kun en ønskesituasjon. Derfor må entreprenørene manuelt overføre de avsatte timeverkene i kalkylen til tilhørende post i hovedfremdriftsplanen. Dersom postene i kalkylen ikke er overførbare til postene i hovedfremdriftsplanen må prosjektadministrasjonen fordele timeverkene fra kalkylen slik de selv mener er fornuftig. Det er en forutsetning at prosjektadministrasjonen har sett over kalkylen og vurdert dens gyldighet etter kontraktsignering.

I bestemmelsen av varigheten til de ulike aktivitetene i hovedfremdriftsplanen oppgir alle entreprenørene at de gjør en eller annen form for vurdering av bemanning på enkeltaktiviteter og prosjektet som helhet. Dette omtales gjerne som ressurssetting, selv om det i stor grad handler om å fordele kalkulerte timeverk som kreves i en aktivitet på et antall personer. Dette gir en varighet for aktiviteten som er avhengig av de tildelte ressursene.

Det viser seg at ressurssettingen som gjøres i dag i liten grad dokumenteres i fremdriftsplanen. Alle entreprenørene har et forhold til ressurssetting, men det er kun en entreprenør som benytter ressursfunksjonen i digitale planleggingsverktøy aktivt. De øvrige entreprenører dokumenterer i liten grad ressursene de har planlagt til utførelsen av de ulike aktivitetene og dette gir utfordringer i fremdriftsoppfølgingen som vi kommer tilbake til senere. Problemet her er at de har forutsatt en bemanning i beregningen av aktivitetsvarighet, men de har ikke dokumentert dette i fremdriftsplanen og formidling av informasjon om ressurssettingen på

prosjektet blir derfor svært vanskelig. Man mister også muligheten til å produsere bemanningsdiagrammer ut fra fremdriftsplanen i Microsoft Project eller tilsvarende digitale verktøy. Flere entreprenører anser slike bemanningsdiagrammer som svært nyttige, men det er kun en entreprenør som forklarer at det brukes aktivt i den daglige fremdriftsplanleggingen.

Under tidsettingen må løsningene forutsatt i kalkylen vurderes. Dersom prosjektadministrasjonen som fremdriftsplanlegger ser at de avsatte timeverkene i en post enten kommer til kort eller er for mye må det vurderes hvorvidt timeverk skal omfordeles mellom de ulike postene. Det må i tillegg vurderes om det er andre måter å gjennomføre prosjektet på som kan føre til enten en mannskaps- eller kostnadsbesparelse. Der kalkylen kommer til kort, eller i tilfeller hvor prosjektadministrasjonen ikke forstår eller er uenig med kalkylen, vil erfaringen til prosjektleder og anleggsleder spille inn.

Dersom egne arbeidere jobber på akkord, hvilket ofte er tilfellet hos de undersøkte entreprenørene, vil erfaringsmessig arbeidene gjennomføres en del raskere enn det som er satt opp i kalkylen. En entreprenør forklarer at man i enkelte tilfeller må redusere de kalkulerte timeverkene for en aktivitet med 20-30 % for å få en realistisk varighet i fremdriftsplanen. I denne sammenhengen kan det være til stor hjelp å involvere håndverkerne som skal utføre jobben slik at den planlagte produksjonsflyten samsvarer med deres foretrukne arbeidsmåte og normale produktivitet.

Tidfesting av aktiviteter som ikke skal utføres som egenproduksjon trekkes frem som en vanskeligere oppgave enn tidfesting av egne arbeidere. Dette handler i hovedsak om hvor godt man kjenner arbeidene som skal utføres eller de som skal gjøre jobben. I de undersøkte bedriftene benyttes det egenproduksjon på tømmer og betong, mens resterende fag kjøpes inn fra andre. Tiden disse underentreprenørene behøver i planen for å utføre sin delleveranse kan variere fra aktør til aktør og har nær sammenheng med deres kompetanse, erfaring og bemanning. Dersom man ikke lykkes med tidfestingen av de forskjellige aktivitetene som skal gjennomføres av underentreprenører kan man fort oppleve at hovedfremdriftsplanen ikke stemmer når man kommer et stykke ut i produksjonen.

Totalentreprenørens planleggere benytter i stor grad erfaring, i tillegg til at underentreprenører forespørres, for å tidfeste de forskjellige aktiviteter som skal kjøpes inn. Et viktig hensyn er at det legges til rette for at også underentreprenører skal kunne drive en forutsigbar og lønnsom produksjon på byggeplassen. For å oppnå dette gode samspillet må deres og totalentreprenørens fremdrift koordineres gjennom dialog og involvering så tidlig som mulig i planleggingen. Dette er enklere dersom underentreprenører kontraheres så tidlig som mulig. Dette er spesielt viktig for underentreprenører med store og komplekse leveranser så som tekniske fag og leverandører av for eksempel prefabrikkert betong.

Selv om det er ønskelig med en tidlig involvering av underentreprenører i fremdriftsplanleggingen og stor grad av samhandling er alle entreprenørene enige om at planlegging i fellesskap mellom alle involverte i prosjektet er dårlig utnyttelse av tiden. Flere av entreprenørene forklarer at de oppfordrer til samarbeid uten at alle planlegger sammen ved å planlegge lite detaljert for deretter å sende planen til store underentreprenører for ytterligere detaljering av underentreprenøren selv. En forutsetning er da at disse underentreprenørene allerede er kontrahert. Dersom dette ikke er mulig forklarer enkelte av entreprenørene at de bruker erfaringstall fra tilsvarende underentreprenører fra andre prosjekter. Det trekkes også frem at mange underentreprenører er svært fleksible i forhold til bemanning. Dette gjør dem i stand til å tilpasse seg de varigheter totalentreprenøren legger til grunn i hovedfremdriftsplanen.

En suksessfaktor som trekkes frem av flere entreprenører i forbindelse med tidsetting av hovedfremdriftsplanen er det å sette av tilstrekkelig tid til avslutningen av prosjektet. I denne fasen skal det gjennomføres befaringer, testing og utbedringer og disse aktivitetene kan hverken utelates eller komprimeres i særlig grad. Hva som er tilstrekkelig tid er ifølge entreprenørene svært avhengig av prosjektstørrelse og kompleksitet og dette kan være vanskelig å vurdere. Selv om entreprenørene anerkjenner utfordringen i å bestemme hva som er tilstrekkelig tid understreker de at dette må tas stilling til i hovedfremdriftsplanen.

#### **4.2.4 Bruk av buffere**

Når det kommer til bruken av buffere i fremdriftsplaner er det observert varierende praksis i undersøkelsene. Der enkelte helt bevisst legger inn bestemte buffere i planene er det andre som mener dette ikke er en god løsning og heller fordeler litt ekstra tid her og der. I det følgende gjengis praksisene observert hos de forskjellige intervjupersonene.

En entreprenør forsøker å bygge fremdriftsplanen uten overlapp mellom hovedaktivitetene. I dette ligger at aktiviteter som for eksempel grunnarbeider, råbygg og deretter innvendige arbeider planlegges uten overlapp til å begynne med. På denne måten får man bygget opp planen etter en ideell fremdrift med tilgjengelige buffere mellom aktivitetene. Ved å deretter bestemme varigheten til aktivitetene får man en ideell sluttdato som kan overholdes med god sikkerhet. Dette lar seg naturlig nok ikke alltid gjøre fullt ut og i noen prosjekter må man fjerne så mye dødtid som mulig. Etter å ha planlagt som beskrevet går dermed entreprenøren inn igjen i planen og ser hvordan planlagt sluttdato stemmer med avtalt sluttdato og deretter kan man begynne å legge inn den nødvendige overlappen. Skal bygget for eksempel ha en stor bunnplate er det ikke noe i veien for å starte montasje av prefabrikkert betong underveis i produksjonen av bunnplaten. Utgangspunktet skal likevel være en plan med tilstrekkelig tid som deretter komprimeres fremfor en allerede komprimert plan der man mister oversikten over det tilgjengelige handlingsrommet.

En annen entreprenør forteller om et prinsipp hvor man i planen opererer med fire arbeidsdager per uke, men i virkeligheten jobber fem dager. På denne måten får man i prinsippet 20 % buffer i planen, men det har sine klare begrensninger i at det overfor byggherre og andre aktører kan se ut som om man egentlig kunne fullført prosjektet 20 % raskere og at det derfor har en del praktiske begrensninger. Det krever også en fortløpende ressursvurdering fordi det risikeres en betydelig overproduksjon. Denne entreprenøren velger derfor heller å legge inn mindre buffere på enkeltaktiviteter. Dette gjøres ved at en aktivitet som i utgangspunktet krever fire dagers arbeid blir planlagt med fem dagers varighet i planen. Denne siste løsningen ser vi også flere eksempler på at benyttes og det vises i denne sammenhengen også til at fem dagers aktiviteter får tydelige overleveringer i forhold til påfølgende aktivitet dersom de avsluttes på en fredag.

Flere entreprenører er enige i at buffere i fremdriftsplanen er en vanskelig del av planleggingen. Dette har sammenheng med at de vet problemer oppstår, men at det er vanskelig å forutse når og hvordan problemene viser seg. Forsinkelser i leveranser og forhold som vær og vind trekkes frem som de største årsakene til forsinkelser og det vises til at man forsøker å legge inn buffere for å forebygge eventuelle virkninger av dette. Problemet som her trekkes frem er at man kan ende opp med buffere på feil sted i planen selv om man har planlagt etter beste evne, og fleksible buffere som øker handlingsrom og styringsmulighet trekkes derfor frem som en suksessfaktor.

#### **4.2.5 Planlegging for god produksjonsflyt**

For entreprenørene er det viktig å oppnå god flyt i produksjonen, og de trekker frem hovedfremdriftsplanen som et viktig virkemiddel for å oppnå dette. Det trekkes frem flere hensyn i planleggingen for å bidra til å skape god flyt i produksjonen og i det følgende vil disse oppsummeres.

Et viktig hensyn er en jevn sysselsetting. Entreprenørens fagarbeidere er en viktig ressurs og det at de har kontinuerlig arbeid på en trygg arbeidsplass gjør dem mer effektive over tid sett i forhold til om de hadde hatt en mer spontan arbeidshverdag. En god hovedfremdriftsplan hensyntar dette ved at den har lengre aktiviteter med stabil bemanning, samt at ressurskurven i prosjektet ikke har store uregelmessigheter. Det er også et stort poeng at entreprenørens egne fagarbeidere føler at arbeidsoppgavene deres gir mening og bidrar til fremdriften i prosjektet, samt at de får fullført en og en oppgave fremfor å halse rundt mellom halvferdige oppgaver.

Det er som nevnt viktig med god flyt i egne arbeider, men dette gjelder ikke bare med hensyn til en selv, det gjelder også for å sikre at underentreprenører kan utføre arbeidene sine som planlagt og avtalt uten ventetid. Et eksempel på dette kan være å avvente oppstart av utvendig

kledning etter at råbygget er tett, og heller fokusere på å komme igang med egne arbeider innvendig slik at underentreprenørene kan påbegynne tidligere her. Et annet eksempel er å legge opp jobben slik at underentreprenørene kan ha kontinuerlig drift på plassen uten midlertidige avbrekk. Den ene entreprenøren understreker spesielt at de forsøker å samarbeide med underentreprenørene på mest mulig måte slik at de kan legge opp til så rasjonell drift som mulig.

En inndelingen av bygget som gjør at de ulike fagene følger samme produksjonsrekkefølge gjennom bygget vil være fordelaktig og bidra til produksjonsflyt. Det trekkes frem at dette er egnet i leilighetsprosjekter hvor det er mange repeterende aktiviteter med tilsvarende arbeidsomfang. Dette kan gjøres ved å dele hver etasje inn i flere soner, og at produksjonen følger samme retning gjennom disse sonene. Dette forutsetter at alle aktørene følger det planlagte produksjonssystemet. Til slutt vil en eventuell bruk av buffere, som beskrevet i kapittel 4.2.4, bidra til produksjonsflyt da disse gir rom for å håndtere uforutsette hendelser som oppstår.

#### **4.2.6 Planleveranser**

Målet med hovedfremdriftsplanleggingen er å utarbeide en hovedfremdriftsplan som skal legge den overordnede strukturen i prosjektet uten å detaljstyre arbeidet. Den skal ha et detaljeringsnivå slik at den naturlig overlapper med andre planer. Dette kommer vi tilbake til i kapittel 4.3 og 4.4. I det følgende vil vi kort beskrive hovedtrekkene i hovedfremdriftsplanen med tilhørende planer. Dette danner grunnlaget og gir føringer for produksjonsplanleggingen som vil bli omtalt i kapittel 4.3.

En ideell hovedfremdriftsplan bør inneholde all relevant informasjon som er nødvendig for å ta videre beslutninger i prosjektet. I dette ligger at planen skal gi oversikt over hele prosjektets levetid samtidig som den skal kunne utfylles av kortsiktige produksjonsplaner. Alle faktorer som innvirker på beslutninger eller har store konsekvenser for arbeidsflyten i prosjektet bør komme frem, men uten risiko for å drukne i detaljer. Flere entreprenører forklarer at det absolutt beste ville vært om alle beslutninger og valg var gjennomført før man startet hovedfremdriftsplanleggingen, slik at arkitekten var ferdig med tegning og rådgivere med prosjektering. Dette er ikke mulig i dagens byggebransje, dels også fordi en totalentreprise overfører prosjekteringsansvar til totalentreprenøren. Derfor er det helt nødvendig at hovedfremdriftsplanen strukturerer alle disse usikre forholdene slik at beslutninger i det minste tas i tide.

Slik entreprenørene benytter og utarbeider hovedfremdriftsplanen i dag er denne det eneste dokumentet som samler alle aktørenes interesser og setter dem i forhold til hverandre i et system. Hovedfremdriftsplanens viktigste oppgave er derfor å samordne grensesnittene i



prosjektet slik at alle kan yte sitt bidrag i prosjektet til rett tid. Hovedfremdriftsplanen er også det eneste dokumentet som viser hvordan alle aktører er avhengig av hverandre. En vesentlig forutsetning for at planen skal fungere som beskrevet over, og som trekkes frem av entreprenørene ved flere anledninger, er at planen må være omforent av alle aktører.

Da hovedfremdriftsplanen styrer utviklingen i byggeprosessen skaper den behov for blant annet avgjørelser, leveranser og produksjonsunderlag. Viktige behov som skapes av hovedfremdriftsplanen og som entreprenørene mener bør tidfestes i planen og vurderes skilt ut i egne planer er:

- Innkjøp og bestillinger
- Leveranser
- Betalinger
- Beslutninger fra byggherre og brukere
- Vernerunder og Sikker Jobb Analyse (SJA)
- Kvalitetssikring
- Detaljprosjektering og tegningsleveranser
- Oppstart forbefaring
- Overlevering

Hvorvidt disse punktene inkluderes i hovedfremdriftsplanen eller isoleres i egne planer som følger hovedfremdriftsplanen varierer mellom entreprenørene. Det gjøres også mellomløsninger der disse planene inkluderes i hovedfremdriftsplanen, men kan sorteres ut av planen ved behov. Det å ha mulighet til å skille slike planer ut av hovedfremdriftsplanen trekkes frem som et viktig poeng hos flere entreprenører da det i større grad fremhever viktige momenter overfor enkelte aktører. En prosjekteringsplan for en bestemt aktør med et fåtall punkter som alle angår denne aktøren vil ha langt større påvirkning enn en hovedfremdriftsplan der aktøren selv må finne frem til datoene som berører dennes arbeid.

### **4.3 Produksjonsplanlegging**

I dette kapitlet beveger vi oss over i den delen av empirien som omhandler fremdriftsplanlegging i produksjonsfasen. Her vil det redegjøres for temaer som fremdriftsstyring og -oppfølging, produksjonsplaner, fremdriftsmøter og kommunikasjon på byggeplassen. Hvilke personer og aktører som har ansvar for de ulike deler av fremdriften og hvordan entreprenørene håndterer variasjoner i fremdriften er også tema.

For å forklare hvordan entreprenørene arbeider med fremdriftsplanlegging i produksjonsfasen er det vesentlig med et overblikk over fremdriftsprosessen. Dette er en prosess som beskrives lite konkret av entreprenørene og årsakene til dette kan være mange. Dette blir tema for diskusjon senere i oppgaven, men i dette delkapittelet vil vi beskrive den observerte strukturen og prosessen. De ulike elementene som nevnes her utdypes videre i dette kapittelet.

Hos alle entreprenørene er anleggslederen det sentrale leddet i fremdriftsplanleggingen. Anleggslederen utarbeider og kommuniserer planer både oppover og nedover i organisasjonen, ofte ved hjelp av andre i prosjektorganisasjonen. Den viktigste arenaen for kommunikasjon og produksjonsplanlegging er fremdriftsmøtet. Her møtes alle fagområder i prosjektet og koordinerer de nærmest forestående arbeidene. Her gjennomgås de mest kortsiktige planene, men også litt mer langsiktige produksjonsplaner kan være tema. De vanligste planvarighetene i denne sammenhengen er tre og åtte uker. Det finnes også eksempler der de mer langsiktige produksjonsplanene er tema på egne møter. Prosjekteringsmøtet er også en viktig arena for fremdriftsplanlegging, men da spesielt i forhold til prosjekterende, byggherre og arkitekt.

I forhold til å få et overblikk over fremdriftsplanlegging i produksjonsfasen er det viktig med en forståelse av fremdriftsplanlegging som en repeterende eller syklisk prosess. Her skifter perspektivet hele tiden mellom planlegging, styring og oppfølging, og dette gjøres gjerne på en ukentlig basis med fremdriftsmøtet som et slags sjekkpunkt i syklusen. Denne sykliske strukturen beskrives på flere måter i intervjuene, men gjerne i generelle ordelag. «*Og så repeterer det seg*» er en typisk formulering som brukes uten at helheten i prosessen forklares ytterligere. Strukturen i fremdriftsplanleggingen vil diskuteres i kapittel 5.

#### **4.3.1 Plangrunnlag for produksjonsfasen**

Hovedfremdriftsplanen med tilhørende del- og underplaner som omtalt i kapittel 4.2.6 danner grunnlaget for produksjonsfasen sammen med oppdatert tegningsgrunnlag, beskrivelser og produksjonskalkyle. Entreprenørene trekker frem en vesentlig forutsetning for en god produksjonsprosess i at dette grunnlaget må være omforent av alle aktører, og dette skjer gjerne ved kontrahering av de enkelte underentreprenører. En entreprenør understreker også at det er viktig at dette underlaget kontinuerlig kontrolleres og at det sikres samsvar i dokumentasjonen. Entreprenøren må også påse at underplaner følges opp av berørte aktører. Byggherres beslutningsplan og tegningsleveranseplaner er eksempler på slike planer.

I det man starter produksjonsplanleggingen låses i utgangspunktet hovedfremdriftsplanen og entreprenørene legger opp til å ta opp eventuelle variasjoner i forhold til hovedfremdriftsplanen på kortsiktige produksjonsplaner. Entreprenørene er alle enige i at hovedfremdriftsplanen skal holdes fast, men med enkelte unntak. Veldig tidlig i

produksjonsfasen kan det fortsatt pågå prosjektering som kan føre til store endringer og det kan gi grunnlag for tilpasninger i hovedfremdriftsplanen, men det trekkes frem som avgjørende at slutfasen av prosjektet ikke påvirkes. Dersom det oppstår store forsinkelser, endringer eller andre uforutsette hendelser kan det føre til at hovedfremdriftsplanen rett og slett er feil utover i prosjektet. Dette utdypes nærmere i kapittel 4.3.5, men slike tilfeller kan gi behov for revisjoner eller til og med replanlegging. Med det sagt trekker entreprenørene frem at hovedfremdriftsplanen aldri må revideres etter hvordan prosjektet går, hovedfremdriftsplanen må styre prosjektet, ikke omvendt.

### **4.3.2 Fremdrifts- og produksjonsplaner**

Entreprenørene benytter flere forskjellige planer for å styre fremdriften i produksjonen. Det finnes mange likhetstrekk mellom entreprenørene, men også noen forskjeller. I det følgende redegjøres det for hovedtrekkene i de ulike produksjonsplanene som benyttes.

Den gjentakende planstrukturen hos entreprenørene består av hovedfremdriftsplan, åtteukersplan og treukersplan. Åtteukersplanen kalles også gjerne tomånedersplan, men vi vil holde oss til betegnelsen åtteukersplan. Hindringsanalyse brukes av enkelte entreprenører som en erstatning for åtteukersplaner, og denne skiller seg litt fra åtteukersplanene ved at den er en skjematisk oversikt over forestående aktiviteter som mangler nødvendige forutsetninger, mens åtteukersplaner presenteres som Gantt-diagrammer. Hovedfunksjonen til disse planene er like fullt den samme; å gi oversikt over arbeidet de kommende åtte ukene. Flere av entreprenørene foretrekker å trekke åtteukersplaner direkte ut av hovedfremdriftsplanen. I flere tilfeller har entreprenørene da relativt detaljerte hovedfremdriftsplaner og ofte er åtteukersplanen nærmest et tidsbegrenset utsnitt fra hovedfremdriftsplanen.

Hindringsanalysen er et hjelpemiddel for enklere å følge opp at nødvendige forutsetninger er på plass til oppstarten av de enkelte aktivitetene. Dette for å forhindre at produksjonen stopper opp som følge av manglende forutsetninger. Hindringsanalysen skal vurdere hvorvidt man er i henhold til hovedfremdriftsplanen, om prosjektering er ferdig og arbeidstegninger og materiell er på plass, om mannskap er tilgjengelig og om koordineringen opp mot andre fag er klarert. Analysen synliggjør tidshorizonten åtte uker frem i tid, og markerer hvilke av de åtte ukene produksjonen er forhindret som en følge av de ovennevnte forholdene. Deretter beskrives hindringer før de kategoriseres i en av de ovennevnte kategoriene.

Det er anleggslederen som har ansvaret for å utarbeide både åtteukersplaner og hindringsanalyser, men alle aktørene i prosjektet bidrar i prosessen gjennom møtестrukturen. Prosessen knyttet til utarbeidelsen av hindringsanalysen vil bli beskrevet nærmere i kapittel 4.3.3.

Treukersplanene omtales også som arbeidsplaner, ukeplaner og driftsplaner, men treukersplaner er den rådende betegnelser og opprettholdes også her. Treukersplanen er ment å detaljstyre produksjonen de tre forestående ukene og her er det spesifisert arbeidsoppgaver dag for dag for hver aktør. For egne arbeider er det gjerne spesifisert for hvert lag eller enkeltpersoner avhengig av oppgavene. Treukersplanene utarbeides i Excel og i hovedsak av baser og formenn. Det er viktig å sikre deres eierskap til treukersplanen da den er det viktigste styringsverktøyet for basenes daglige drift og lagsstyring, samt formennenes viktigste arbeidsverktøy i forhold til daglig kontroll av at produksjonen foregår på rett sted til rett tid. Anleggslederens oppgave i utarbeidelsen av treukersplanen er oppsyn med at den passer inn i hovedfremdriftsplanen.

Et vesentlig poeng med treukersplanene er at alle aktiviteter som planlegges her skal være gjennomførbare. Alle forutsetninger for arbeidene som fremkommer her må være sikret i forhold til produksjonsunderlag, mannskap, materiell og utstyr. Der det gjennomføres hindringsanalyser som en del av fremdriftsplanleggingen ivaretas dette hensynet av hindringsanalysen. Dette er spesielt viktig for den første uken i treukersplanen, da planen skal revideres før de to neste ukene påbegynnes. Denne revisjonen skjer som regel i ukentlige fremdriftsmøter og treukersplanen er derfor å anse som et levende dokument.

Entreprenørene benytter også andre planer for å styre produksjonen. Et eksempel i denne sammenhengen er en enkel matrise som prioriterer forefallende aktiviteter etter grad av viktighet og tid til oppgaven forfaller. Dette er et kortsiktig styringsverktøy som benyttes av anleggsledere og formenn for intern koordinering og ansvarsfordeling. Gjøremålslist er et annet verktøy med samme hensikt.

I presentasjonen av planer trekker flere entreprenører frem at lesbarhet og hvordan planene formidles er viktig. Folk skal kunne forstå planen uten store forkunnskaper og tolkning og for å oppnå dette er det viktig at planene er konkrete i sin definisjon av oppgaver og aktiviteter og at ansvarsfordeling kommer klart frem. Tegninger, fargekoder og tabeller trekkes frem som effektive virkemidler. Videre trekker entreprenørene frem at målbare planer som er enkle å gjenkjenne i produksjonen er en suksessfaktor for å oppnå en god oppfølging av planen. Dette vil beskrives nærmere i kapittel 4.3.6.

### **Hvem bør planlegge produksjon?**

Produksjonsplanene omtalt ovenfor utarbeides i hovedsak av anleggsleder, formenn og baser i prosjektene. Entreprenørene har også meninger om hva som er ideell involvering i planleggingen. Disse betraktningene presenteres i det følgende.

Flere entreprenører trekker frem at det i teorien er ideelt at alle parter i prosjektet involveres i planleggingen. Likevel viser ingen entreprenører vilje til å gjennomføre en slik planlegging da de mener det blir lite produktivt. Entreprenørene trekker heller frem at de som direkte berøres av den aktuelle planleggingen skal involveres og personene som involveres skal gjerne være så tett på produksjonen som mulig. Vanligvis er det anleggsleder som står for mye av planleggingen, også på detaljeringsnivåer hvor personer nærmere produksjonen burde deltatt. Dette hevdes å være av praktiske hensyn og det forklares at anleggsleder ofte utarbeider planutkast som gjennomgås av formenn og baser selv om det ideelle ville vært at også utarbeidelsen ble overlatt til disse.

Et viktig virkemiddel for å involvere de berørte partene i planleggingen er særmøter. Dette har entreprenørene flere eksempler på og den typiske situasjonen er der flere fagområder skal arbeide samtidig i et begrenset område. I en slik situasjon kan totalentreprenøren innkalle de respektive aktører til et møte hvor man i fellesskap legger en plan for arbeidet i det bestemte området. En slik planlegging kan gjøres på arbeider med varierende tidshorisonter; alt fra en til seks uker er observert hos entreprenørene. Totalentreprenørens oppgave i en slik prosess er tilrettelegging og overoppsyn med at planene som lages passer inn i hovedfremdriftsplanen.

### **4.3.3 Planleggingsprosesser**

Produksjonsunderlaget omtalt i kapittel 4.3.1 danner grunnlaget for produksjonsplanleggingen i gjennomføringsfasen. Her utarbeides og oppdateres planene som omtalt i kapittel 4.3.2. Som nevnt i innledningen til kapittel 4.3 er entreprenørenes planleggingsprosesser noe vagt definert, men vi vil i det følgende likevel forsøke å forklare de observerte planleggingsprosessene.

Hovedfremdriftsplanen med tilhørende produksjonsunderlag og underplaner beskrevet i kapittel 4.3.1 er som nevnt grunnlaget for den videre produksjonsplanleggingen. Planen er omforent mellom de ulike aktørene, og følgelig har disse forpliktet seg til å være en del av totalentreprenørens fremdriftsstyring og -oppfølging. Entreprenørene understreker at all videre planlegging skal gjøres innenfor rammene av hovedfremdriftsplanen.

Produksjonsplanleggingen har vist seg å være en langt mer levende prosess enn hovedfremdriftsplanleggingen omtalt i kapittel 4.2. I hovedsak kommer dette av detaljprosjekteringen som fortsatt pågår parallelt med produksjonen. Det foreligger altså ikke et komplett produksjonsunderlag for hele produksjonsfasen når produksjonen starter opp. Dette medfører et kontinuerlig behov for påfyll av arbeidstegninger og produksjonsunderlag før nye aktiviteter kan igangsettes. Dette skaper i sin tur behov for koordinering mellom ulike fagområdene i produksjonen, samt mot prosjekterende, arkitekt og byggherre. Prosessen som ivaretar denne koordineringen er i hovedsak lik hos entreprenørene, men med et lite unntak i kommunikasjonen av åtteukersplanene. Her benytter en av entreprenørene en hindringsanalyse, mens øvrige entreprenører benytter referater og tradisjonelle Gantt-diagrammer.

Prosessen for produksjonsplanlegging begynner med at anleggslederen trekker produksjonen åtte uker frem i tid ut av hovedfremdriftsplanen og danner en åtteukersplan. Det er ukjent hvorvidt anleggslederen detaljerer denne ytterligere før den går inn i en tredelt møtestruktur. Denne møtestrukturen omfatter prosjekteringsmøter, fremdriftsmøter og basmmøter. Kjært barn har mange navn og fremdriftsmøter blir ofte brukt om både fremdriftsmøter og basmmøter. Driftsmøter og koordineringsmøter er også navn som brukes om dette møtet. I det følgende omtaler vi møtene som prosjekteringsmøte, koordineringsmøter og basmmøter da begrepet fremdriftsmøter har vist seg å skape mye forvirring.

Åtteukersplanen er det viktigste grunnlaget for koordineringsmøtet. Formålet med dette møtet er å koordinere utførelsen mellom aktørene på byggeplassen og sikre at de utførende har alt de trenger. Dette gjøres ved at prosjektledere fra underentreprenører og anleggsleder samles og går igjennom produksjonen i de forestående åtte ukene. Hos den ene entreprenøren benyttes et Lean-basert planleggingssystem, noe som medfører at de utarbeider en hindringsanalyse i dette møtet. Møtet referatføres og formidles til prosjekterende, prosjektadministrasjon og underentreprenørenes prosjektledere. På denne måten har alle aktørene mulighet til å sikre at produksjonsunderlag, personell, materialer og utstyr er på plass når utførelsen av aktivitetene starter.

Etter koordineringsmøtet tar anleggslederen åtteukersplanen, med tilhørende hindringsanalyse for entreprenøren som benytter det, til prosjekteringsmøtet. Her møtes anleggsleder, prosjektleder, prosjekterende, arkitekt og byggherre, i hovedsak for å diskutere status på beslutninger og prosjektering. Referatet fra koordineringsmøtet og/eller hindringsanalysen er en vesentlig del av agendaen i dette møtet, i tillegg til prosjekteringsplan, tegningsleveranseplan og byggherres beslutningsplan. Til sammen skal denne dokumentasjonen ivareta hensynet til hovedfremdriftsplanen. Eventuelt manglende produksjonsunderlag etterspørres hos de prosjekterende.

Når produksjonsunderlag og andre forutsetninger er sikret gjennom koordineringsmøtet og prosjekteringsmøtet tas aktivitetene videre til tredje del av møtestrukturen som er basmøtet. I dette møtet utarbeides treukersplaner av formennene og basene hos både totalentreprenøren og underentreprenørene. Selv om det i utgangspunktet er formenn og baser som skal utarbeide planen forklarer entreprenørene at anleggsleder av og til lager planen selv og presenterer denne for baser og formenn i basmøtet. Treukersplanen beskriver i detalj hva som skal utføres, samt hvor og hvem som skal utføre arbeidsoppgaven. Dersom det oppdages manglende produksjonsunderlag eller forutsetninger i basmøtet vil anleggsleder ta dette tilbake til de foregående møtene. Som tidligere nevnt er anleggslederen til stede i basmøtet for å påse at planleggingen skjer i henhold til øvrige planer. Denne tredelte prosessen med kommunikasjon mellom aktørene i de forskjellige møtene foregår så lenge det foregår produksjon i prosjektet.

Avstemming av fremdrift foregår i alle de tre ovennevnte møtene, men i et omfang som samsvarer med detaljeringsnivået i møtets planer. I prosjekteringsmøtet kontrolleres prosjekteringen opp mot hovedfremdriftsplanen og underplanene. I koordineringsmøtet avstemmes fremdriften i forhold til åtteukersplan og hovedfremdriftsplan, mens enkeltaktiviteter avstemmes i basmøtene. Fremdriften avstemmes i forhold til hvert fag og spesielt i basmøtene er dette viktig for å kontrollere forrige ukes fremdrift før en ny uke planlegges. Dette er også spesielt viktig da de mest detaljerte og kortsiktige planene ikke har innlagte buffere for å ta opp variasjoner. I det ene entreprenørselskapet forklares det at avstemmingen gjøres ved å beregne prosentandelen utførte aktiviteter i forhold til planlagte aktiviteter. Denne metoden har sammenheng med deres Lean-baserte planleggingssystem.

#### **4.3.4 Fastsettelse av aktivitetsvarighet**

Sett i forhold til tidsettingen i hovedfremdriftsplanlegging omtalt i kapittel 4.2.3 ser vi nå på en langt mer detaljert tidsetting. Der vi tidligere har sett på tidsetting av hovedfremdriftsplanen basert på kalkyle, erfaringstall og rammer fra byggherre, ser vi nå på tidsetting av enkeltaktiviteter som skal direkte inn i produksjonen. Rammene er fremdeles gitt av hovedfremdriftsplanen, og følgelig er dette utgangspunktet for tidsettingen i produksjonsplanleggingen.

I basmøtet foregår den ytterligere detaljeringen av hovedfremdriftsplanen og tidsettingen av enkeltaktivitetene. Tidsettingen utføres av totalentreprenørens egne formenn og underentreprenørene sine baser, og vurderingen av tidsbruken baserer seg på deres erfaring. Den ene entreprenøren mener det er viktig at tidfestingen gjøres av formennene og basene som jobber på prosjektet ettersom disse har kjennskap til nødvendig arbeidsprosedyre tilknyttet de ulike aktivitetene. Dersom anleggsleder ser at treukersplanen ikke etterkommer

rammene i hovedfremdriftsplanen er anleggsleder nødt til å gripe inn i tidsettingen for å ivareta hensynet til hovedfremdriften.

#### 4.3.5 Avvik fra planen

Som en del av fremdriftsoppfølgingen må avvik fra planen kontinuerlig vurderes da de kan få store konsekvenser ved manglende oppfølging. Entreprenørene anser i utgangspunktet all produksjon som avviker fra planlagt produksjon som avvik, men det varierer hvilke avvik fra planen som krever tiltak. En vanlig definisjon av hvilke avvik som krever tiltak er at avvik som har konsekvenser for flere enn én aktør. En av entreprenørene trekker frem utfordringene ved å vurdere i hvilke tilfeller man har et avvik og når det kan skape utfordringer, og at denne vurderingen i stor grad avhenger av erfaring. Totalentreprenøren bør ha oversikt over aktivitetene på kritisk linje i prosjektet da avvik i disse kan gi store konsekvenser.

Både faktisk produksjon som er foran planlagt produksjon og faktisk produksjon som er forsinket i forhold til planlagt produksjon kan være avvik som krever tiltak. Dette gjelder både avvik fra hovedfremdriftsplanen, åtteukersplanen og treukersplanen. Ved store eller mange avvik som ikke tas til følge kan konsekvensene være forlenget byggetid med tilhørende dagmulker fra byggherre, dårlig kvalitet på utført arbeid og økte utgifter som en følge av urasjonell drift i sluttfasen og forlengede riggekostnader.

Dersom et avvik oppstår er det første som gjøres å dokumentere avviket, fastslå konsekvenser og på best mulig måte begrense avviket. Hvordan den konkrete håndteringen av avviket foregår vil avhenge av avvikets art. Det grunnleggende prinsippet er at avvik fra hovedfremdriftsplanen hentes inn igjen gjennom treukersplaner, men også gjennom åtteukersplanene dersom avvikene er av vesentlig betydning slik at de ikke kan hentes inn igjen via endring i treukersplanene. Dersom avvikene fra planen er så store eller mange at de ikke kan hentes inn på produksjonsplaner, men snarere fører til at hovedfremdriftsplanen forplanter seg feil utover i prosjektet, kan det være nødvendig å revidere denne. I slike tilfeller forklarer entreprenørene at eksisterende hovedfremdriftsplan kan måtte legges til side, status over fremdrift må gjøres opp og resterende arbeider må replanlegges. Slike endringer kan påvirke mange aktører i prosjektet og må gjennomføres med forsiktighet og samarbeid. Involvering av berørte parter trekkes frem som vesentlig for å hente inn prosjekter som har havnet i denne situasjonen.

Flere av entreprenørene understreker viktigheten av å kommunisere med aktuelle aktører før konsekvensene av avviket blir for store. Dette begrunnes med at den beste håndteringen av avvik er å fjerne avviket før det får konsekvenser. Tidlig oppdagelse av avvik gjøres ved kontinuerlig oppfølging av produksjonen og systemer for avvikshåndtering. Et virkemiddel for dette er målbare planer som avstemmes hver uke slik at man enklere kan se tendenser til avvik.



Her er tekniske fag som elektro- og rørarbeider utfordrende for totalentreprenørene fordi kompleksiteten i tekniske systemer stadig øker, mens totalentreprenørens tekniske kompetanse ikke øker i samme takt. Et annet vesentlig poeng i sammenheng med tidlig oppdagelse av avvik er det faktum at det er vesentlig billigere og enklere å forsere produksjon tidlig i prosjektene, fremfor mot slutten når det er mange aktører og allerede høyt tempo.

#### 4.3.6 Prinsipper i produksjonsplanlegging

Under utarbeidelsen av produksjonsplaner har entreprenørene ulike prinsipper som de mener bidrar til en god produksjonsprosess. De observerte prinsippene vil redegjøres for i det følgende.

Entreprenørene understreker at det i produksjonsplanleggingen er viktig å tilrettelegge på best mulig vis for alle involverte aktører. Den ene entreprenøren mener nøkkelordet her er omforente planer som er utarbeidet av de som faktisk skal følge den aktuelle planen. Slik får alle eierskap til planene de arbeider etter og føler de former sin egen hverdag. Et eksempel på dette er at formennene og basene utarbeider et planforslag til eget arbeid, og at dette forslaget tas med inn i basmøtet hvor treukersplanene utarbeides og vedtas. En annen mulighet er å sende ut forslag til fremdriftsplaner før møtene, slik at basene kan forberede sine endringer og innspill i forkant av møtet.

Aktøren som forplikter seg til en oppgave må alltid gjøre en vurdering av forutsetningene som ligger til grunn for utførelsen av oppgaven. Dette er et prinsipp som trekkes frem av flere entreprenører og det forklares at erfarne formenn og baser er flinke til å avdekke potensielle hindringer gjennom å visualisere det forestående arbeidet. Et annet viktig prinsipp er at de ulike aktørene alltid fremmer forslag som alle kan dra nytte av gjennom konstant dialog. Totalentreprenøren må lede an i et slikt arbeid. Dette gjelder i hele møtestrukturen presentert i kapittel 4.3.3.

Aktiv og hyppig fremdriftsoppfølging fra totalentreprenørens side trekkes frem som et viktig prinsipp. Dette gjelder i forhold til egne arbeider så vel som overfor underentreprenører. I forhold til egne arbeider er det viktig å anerkjenne seg selv som en del av det samme produksjonssystemet som alle andre. Derfor må man anstrenge seg for å overholde egne forpliktelser like strengt som man forventer at andre skal overholde sine forpliktelser. Hvis man som totalentreprenør ikke klarer dette vil tilliten fra andre aktører raskt forsvinne. Når det kommer til underentreprenørers arbeider må man drive aktiv oppfølging gjennom tilstedeværelse på byggeplassen. Totalentreprenøren må faktisk gå ut på byggeplassen og kontrollere at arbeidene går som planlagt. Uten målbare planer med tydelige og omforente frister blir denne oppfølgingen svært krevende. Dette gjelder spesielt overfor tekniske

underentrepriser der totalentreprenørens kompetanse kan komme til kort i forhold til å vurdere fremdriften i arbeidene.

I utarbeidelsen av produksjonsplanene vektlegger entreprenørene flyt og kontinuerlig arbeid, og det benyttes flere metoder for å oppnå dette. En av entreprenørene mener det mest elementære er å styre produksjonen i samme retning gjennom bygget slik at det er en tydelig og forhåndsdefinert produksjonsretning. Entreprenøren trekker frem at det er totalentreprenørens oppgave å styre de ulike aktørene i samme retning da det er utfordrende for underentreprenørene å se det store bildet i produksjon på samme måte som totalentreprenøren gjør. I sammenheng med dette er det også enkelt å forholde seg til arbeider som følger hverandre i en kronologisk rekkefølge, både med tanke på å forstå produksjonssystemet og logistikkmessig for underentreprenørene. Et annet virkemiddel for god produksjonsflyt er geografisk prosjektnekbrytning med like store soner og likt arbeidsomfang i sonene. Ytterligere flyt og enklere oppfølging oppnås ved å starte nye aktiviteter til faste tidspunkter i nye soner. Disse prinsippene gir til sammen et moderat arbeidstempo uten mye start og stopp, noe som trekkes frem som en suksessfaktor av entreprenørene.

#### **4.4 Utfordringer i dagens fremdriftsplanlegging**

I intervjuene nevnte entreprenørene flere utfordringer uoppfordret og i sammenheng med ulike temaer innen fremdriftsplanlegging. Disse utfordringene er fortløpende omtalt tidligere i kapittel 4, i den samme sammenhengen som de fremkom i intervjuene. Entreprenørene fikk også direkte spørsmål om hvilke utfordringer de ser i dagens fremdriftsplanlegging. Disse utfordringene er gjengitt i det følgende og sortert etter hvilken aktør utfordringene i størst grad kan relateres til.

##### **4.4.1 Byggherre**

Forsinkede beslutninger fra byggherre er en tilbakevendende utfordring hos de intervjuede entreprenørene. Byggherre tar både mindre betydningsfulle og store beslutninger for sent, og har eller viser liten forståelse for hvordan dette påvirker totalentreprenørens byggeprosess. Totalt sett kan sene beslutninger føre til at arkitekten og andre prosjekterende får dårlig tid til å produsere tegningsgrunnlag, eller utarbeider løsninger som senere må endres som følge av beslutningstidspunktet til byggherre. Dette kan i stor grad forhindre produksjonsflyt som følge av manglende produksjonsgrunnlag hos totalentreprenøren, eller i verste fall stans i produksjonen i påvente av nødvendige grunnlag.

En av entreprenørene mener årsaken til dette er uerfarne byggherrer som vegrer seg for å ta beslutninger, eller manglende eierskap til prosjektet hos byggherre. Videre kan en ubevisst ansvarsfordeling mellom totalentreprenøren og byggherre føre til misforståelser rundt hvem som skal ta de ulike beslutningene. Dette kan også ha sin årsak i manglende eller lite tydelige beslutningsplaner fra totalentreprenøren. Entreprenørene oppgir at de selv føler beslutningsgrunnlaget er klart og tydelig, men at byggherren ikke føler han har noe grunnlag for å ta beslutningen. Ifølge entreprenørene bør byggherre være mer bevisst sin egen rolle i forhold til hvilke beslutninger byggherre ønsker å være en del av og hvilke beslutninger byggherre ønsker at totalentreprenør skal ta ansvaret for. Dette er ofte et usikkert moment for totalentreprenøren og kan føre til forsinkelser i påvente av en avklaring om totalentreprenøren kan ta beslutningen uten involvering av byggherren.

Den ovennevnte utfordringen med en tydelig fordeling av ansvar og styringsmulighet mellom entreprenør og byggherre tyder på at det forekommer ulike tolkninger av totalentrepriseformen. Byggherre kan derfor til tider ha større innvirkning på valg av løsninger enn det som er tiltenkt i en totalentreprise. I motsatt tilfelle kan byggherren ønske å fraskrive seg mer ansvar enn det som er lovlig etter byggherreforskriften. Denne ansvarsfordelingen påvirker også fremdriftsplanleggingen og entreprenørene trekker frem at det er viktig å være tro mot entrepriseformen og avklare ansvarsfordeling tidlig i prosjektet. Avklaring av forholdet mellom aktører er også viktig for å sikre at beslutninger går de rette tjenesteveiene i prosjektet. Forventninger til det ferdige resultatet er også et hensyn som bør avklares mellom totalentreprenør og byggherre. Dette trekkes frem som et punkt som kan skape misforståelser og i verste fall konflikt dersom en forventningsavklaring ikke er tilstede fra et tidlig tidspunkt.

En entreprenør trekker frem at mange byggherrer ikke involverer entreprenører tidlig nok i prosjektet. Dette fører til dårligere løsninger for entreprenør og dårligere økonomi for byggherre. Byggetid og kvalitet påvirkes også ofte av sen kontrahering av totalentreprenøren. Den samme entreprenøren foretrekker samspillsentrepriser der entreprenøren samarbeider med byggherre og prosjektutviklingen da dette hevdes å gi bedre prosjekter og bedre totaløkonomi for alle parter.

#### **4.4.2 Prosjekterende og arkitekt**

Tegningsgrunnlaget fra de prosjekterende trekkes ofte frem som en utfordring. Entreprenørene mener det er manglende eller ikke godt nok til å benytte i produksjon. I tillegg er det utfordrende å få tegningsgrunnlaget til rett tid, og dersom det kommer til rett tid kan det være uferdig eller utfordrende å forstå slik at det må sendes i retur til aktøren som har utarbeidet det. Dette kan føre til overlapp mellom prosjektering og produksjon av enkeltaktiviteter, og skape utfordringer for produksjonsflyten med potensielt store ringvirkninger og i verste fall produksjonsstans.

En av entreprenørene trekker frem at de prosjekterende kan være i ulike utviklingstrinn i prosjektet. Dette gjelder spesielt tidlig i prosjektet hvor arkitekten kan være klar for å vurdere fargevalg på veggene, mens rådgivende ingeniør for bygg så vidt har sett på fundamenteringen av bygget. Da totalentreprenøren har kontrakt med både prosjekterende og arkitekt og ansvar for å koordinere disse kan en slik utakt være utfordrende for totalentreprenøren. Synkronisering og forventningsavklaring trekkes frem som viktige virkemidler hos totalentreprenørene i denne sammenhengen.

#### **4.4.3 Underentreprenør/-leverandør**

Det er totalentreprenøren som har ansvaret for fremdriften og det legges stor vekt på at planene skal være omforent med de ulike aktørene. Likevel oppgir entreprenørene at underentreprenørene sjelden får eierskap til fremdriftsplanen. Det blir følgelig en utfordring å få disse til å føle et eieransvar og resultatet kan være manglende respekt for planene som utarbeides av totalentreprenøren. En utfordring er også at underentreprenørene ikke alltid kontrollerer tildelt tid. Dette kan skape vanskeligheter ved at underentreprenørene inngår ugunstige avtaler med totalentreprenøren som må bruke ressurser på oppfølging av egen plan. Dersom det går for langt er ikke lenger planen representativ i forhold til produksjonen.

#### **4.4.5 Brukere**

Byggherre har kontrakt med både brukere og totalentreprenøren, men totalentreprenøren har ingen kontrakt opp mot brukerne. Det vanlige er at totalentreprenøren gjennomfører tilvalgsprosesser mot brukere på vegne av byggherren. Utfordringer kan oppstå dersom byggherre og brukere har egne dialoger om tilvalg eller endringer uten å involvere eller informere totalentreprenøren om utfallet av dette. I tillegg til dette kan det oppstå misforståelser og konflikter dersom byggherre på forhånd har lovet mer til brukerne enn det som er kontraktsfestet med totalentreprenøren.

Ved leilighetssalg har kjøperne mulighet til å gjennomføre til dels store tilvalg, og følgelig er det i hovedsak tilvalgsprosessen som er utfordrende å håndtere i totalentreprenørens fremdriftsplanlegging. Under tilvalgsprosessen kan utfordringer oppstå dersom totalentreprenøren mister kontrollen på kjøperne og følgelig får en svært lite effektiv tilvalgsprosess. Omfanget av tilvalg og byggherrens dialog om tilvalg med brukerne før entreprenøren blir involvert kan også skape ytterligere vanskeligheter for totalentreprenørens håndtering av tilvalg.

#### 4.4.6 Totalentreprenør

Som nevnt i kapittel 4.1.6 kan tilstedeværelsen til prosjektadministrasjonen fra dag én variere. Entreprenørene trekker frem at dette spesielt gjelder prosjektlederen og anleggslederen. Prosjektet kan raskt få en utfordrende start dersom prosjektadministrasjonen har et eller flere pågående prosjekt når de får tildelt et nytt prosjekt. Dersom dette er tilfellet kan det føre til manglende eierskap til prosjektet hos prosjektadministrasjonen, og følgelig kan det være vanskelig å gjennomføre en tilfredsstillende fremdriftsplanlegging av prosjektet.

Entreprenørene mener mange får problemer fordi de ikke lager en tilfredsstillende plan tidlig nok, men heller aksepterer at viktig informasjon ikke foreligger. Det er også tilfeller der totalentreprenøren vet at informasjonen ikke foreligger, men likevel planlegger fremdriften. Dette kan føre til at entreprenøren kommer i en bakoverlent posisjon. Et eksempel på dette er hvordan totalentreprenøren ikke kontrollerer og vurderer tegningsgrunnlaget før produksjonsstart. Følgelig oppdages mangler i produksjonsunderlaget for sent og produksjonsflyten forstyrres. Videre trekker entreprenørene frem at mange tar lett på fremdriftsplanlegging ved å sette opp noen streker i hovedfremdriftsplanen uten å ha noen formening om hvor lang tid aktiviteten egentlig tar. Når de så kommer ut i produksjonen og skal styre fremdriften etter en lite realistisk plan skaper det utfordringer både med hensyn på produksjonsflyten, men også med hensyn til involverte aktører.

Det trekkes frem som en utfordring å bestemme tiden entreprenørene setter av til prosjektering og planlegging mellom kontraktsignering og produksjonsstart. Her må totalentreprenøren vurdere om produksjonen skal startes kort tid etter kontraktsignering og dermed baseres på en uferdig prosjektering, eller om totalentreprenøren skal avvente oppstart i påvente av et mer fremskredent prosjekteringsgrunnlag. Med det i bakhodet at ferdigstillelsesdatoen for prosjektet er fast og uavhengig av entreprenørens vurdering av oppstartstidspunkt, skaper denne avveiningen en utfordring for entreprenøren da den i stor grad påvirker fremdriften uten at entreprenøren har oversikt over utfallet av valget.

Videre kan utfordringer oppstå dersom totalentreprenøren mister overblikket over prosjektet og ikke lenger fokuserer på det helhetlige bildet av prosjektet. Dette er spesielt kritisk i de prosjektene der underentreprenørene kun ser sitt eget arbeid isolert og ikke i helhet med de andre aktørene.

Mangel på systemer, rutiner og tid for erfaringsoverføring trekkes frem som en utfordring. I tillegg til dette er det ifølge entreprenørene store forskjeller innad i bedriftene på hvordan ting gjøres. I den ene bedriften er det forsøkt innført et felles rammeverk for fremdriftsplanlegging, men det viser seg at dette benyttes i varierende grad. Entreprenørene mener det mangler en rød tråd og en samlende kultur for fremdriftsplanlegging. Entreprenørene løser dette ved at hver enkelt prosjektleder eller anleggsleder kjører sitt eget løp basert på egne erfaringer. I

tillegg trekkes manglende ferdigheter og kunnskaper om planleggingsverktøyet Microsoft Project frem hos samtlige entreprenører. Dette fører til at totalentreprenøren ikke benytter seg av mulighetene som ligger i programvaren, og heller lager separate planer utenfor Microsoft Project. Et typisk eksempel på dette sees i forbindelse med ressurssettingen nevnt i kapittel 4.2.3.

## 5 Diskusjon

Forskningsmetodene omtalt i kapittel 2 har ligget til grunn for arbeidet og resultatene av undersøkelser gjennomført i litteratur og byggebransje er presentert i kapittel 3 og 4. Disse to kapitlene har til dels besvart flere av forskningsspørsmålene, men det gjenstår fortsatt å finne svarene på forskningsspørsmålene som beskriver en god prosess for fremdriftsplanlegging. Med andre ord gjenstår det å besvare problemstillingen med bakgrunn i forskningsspørsmålene. Problemstillingen for oppgaven er som følger:

*Hva er en god prosess for fremdriftsplanlegging?*

Problemstillingen vil besvares i kapittel 5.4, men før vi kommer så langt må vi danne grunnlag for å besvare problemstilling gjennom først å besvare følgende forskningsspørsmål:

1. *Hvilke utfordringer finnes i dagens fremdriftsplanlegging?*
2. *Hvilke faktorer og forutsetninger påvirker fremdriftsplanleggingen?*
3. *Hvordan kan og bør fremdriftsplanlegging gjennomføres basert på tilgjengelig teori?*
4. *Hva er god praksis for fremdriftsplanlegging i dagens byggebransje?*

Forskningsspørsmål 1 besvares i kapittel 5.1 gjennom drøfting av utfordringer i dagens fremdriftsplanlegging med tanke på å kunne forbedre planleggingen i lys av dagens utfordringer. Forskningsspørsmål 2 besvares i kapittel 5.2 for å skaffe en oversikt over de faktorer og forutsetninger som må ligge til grunn for en god fremdriftsplanlegging. Forskningsspørsmål 3 og 4 besvares i kapittel 5.3 gjennom sammenstilling av litteratur og undersøkelser som drøftes for å identifisere eksempler på god praksis for fremdriftsplanlegging. I vurderingen av hva som anses som god praksis er det lagt vekt på at den beste praksisen i størst mulig grad skal bidra til å løse utfordringene omtalt i kapittel 5.1 i tillegg til å bidra til prosjektsuksess som omtalt i kapittel 3.1.

### 5.1 Hvilke utfordringer finnes i dagens fremdriftsplanlegging?

Et godt utgangspunkt for å utarbeide en god prosess for fremdriftsplanlegging er kartlegging av utfordringene som finnes i dagens planlegging. Dersom utfordringene i dagens planlegging identifiseres og løses er det liten grunn til å tro at morgendagens planlegging blir noe dårligere. I forbindelse med utfordringer i planleggingen fokuserer litteraturen på prosjektnivå og store linjer. I de gjennomførte undersøkelsene er entreprenørene derimot langt mer detaljerte i sine beskrivelser av utfordringer, og for å få et helhetlig bilde av utfordringene i dagens fremdriftsplanlegging er det nødvendig å kombinere utfordringene som trekkes frem i både teori og casestudier.

Ut ifra litteraturen og casestudiene synes det å være fire hovedkategorier med utfordringer som totalentreprenøren står ovenfor og i stor grad kan løse. Dette er totalentreprenørens:

- Vurdering av prosjektspesifikke forhold.
- Håndtering av beslutningstakere.
- Fremdriftsplanlegging.
- Kontroll over prosessen.

I det følgende vil vi besvare forskningsspørsmål 1 gjennom sammenstilling og drøfting av funnene fra både litteraturen og undersøkelsene.

### **5.1.1 Totalentreprenørens vurdering av grunnlag og forutsetninger for planlegging**

Entreprenørene trekker frem at det ikke alltid investeres nok tid og ressurser i vurderingen av grunnlaget som foreligger fra byggherre og forprosjekt. Rolstadås mfl. (2014) trekker på sin side frem et dårlig definert arbeidsomfang som en av årsakene til at prosjekter mislykkes. Videre påpeker entreprenørene at det er svært varierende kvalitet på tegningsgrunnlag og dokumentasjon fra byggherre og forprosjekt. Med et utilstrekkelig definert arbeidsomfang følger en risiko for at entreprenøren påbegynner sin fremdriftsplanlegging på et tynt eller direkte feil grunnlag. Dette kan føre til en urealistisk fremdriftsplan, endringer i planen på et senere tidspunkt eller rett og slett feil plan i forhold til det som faktisk skal utføres. I verste fall kan vesentlige elementer eller spesielle risikofaktorer i prosjektet bli oversett eller glemt. Følgelig er det viktig at totalentreprenøren kvalitetssikrer grunnlaget som foreligger og bruker nødvendige ressurser på å etterstrebe et tilstrekkelig grunnlag for sin hovedfremdriftsplanlegging.

En rask etablering av en komplett prosjektadministrasjon etter kontraktsignering trekkes frem som en suksessfaktor av entreprenørene, men viser seg likevel utfordrende å realisere. Dette fordi nøkkelpersoner ofte er opptatt med sluttfasen av andre prosjekter, og entreprenørene mener det er vanskelig å opparbeide seg eierskap til prosjektet hvis de befinner seg i innspurten av et annet prosjekt samtidig. Prosjektleder og anleggsleder for prosjektet er ofte bestemt, men formenn blir sjelden eller aldri involvert i hovedfremdriftsplanleggingen. Dette begrunnes med at det er vanskelig å løsrive formenn fra pågående prosjekter.

Det har vist seg at dårlig eller ingen informasjonsflyt mellom personene som har kalkulert prosjektet og prosjektadministrasjonen er et tilbakevendende problem. Dette kan resultere i at viktige antagelser og forutsetninger som er lagt til grunn i kalkylen forsvinner, og at prosjektadministrasjonen som skal benytte timeverkene, mengdene og øvrige ressurser fra kalkylen ikke vet på hvilket grunnlag de er fastsatt. Totalt sett kan det gjøre anbuds-kalkylen ubrukelig i videre planlegging, og prosjektadministrasjonen må i så fall bruke unødvendige ressurser på en ny vurdering av kalkylen.



Dersom kontrakten mellom totalentreprenør og byggherre ikke er skrevet på bakgrunn av en rammetillatelse kan det ligge stor usikkerhet i hvorvidt ansvarlig søker, som oftest arkitekt, har hensyntatt viktige rammebetingelser. Dette kan føre til overraskelser som for eksempel rekkefølge- eller reguleringsbestemmelser. Entreprenørene forklarer at slike endringer på et sent tidspunkt kan få store konsekvenser for økonomi og fremdrift.

### **5.1.2 Totalentreprenørens håndtering av beslutningstakere**

Totalentreprenøren står overfor flere utfordringer i forhold til beslutningstakerne i prosjektet. Beslutningstakere er alle som påvirker totalentreprenørens avgjørelser gjennom sine beslutninger, så som byggherre, arkitekt, prosjekterende, brukere og det offentlige. Forsinkede beslutninger fra disse kan føre til manglende beslutningsgrunnlag for totalentreprenøren som igjen kan påvirke produksjonsflyten og i verste fall føre til urasjonell drift og produksjonsstans. Av denne grunn er det helt nødvendig for totalentreprenøren å ha gode systemer og rutiner for håndtering og oppfølging av de ulike aktørenes beslutningsprosesser.

Forsinkede beslutninger fra byggherre synes å være en gjentakende utfordring hos de intervjuede entreprenørene. Selv om totalentreprenøren overtar hovedansvaret etter kontraktsinngåelse vil totalentreprenøren fremdeles være avhengig av beslutninger fra byggherre der det er naturlig og nødvendig. Utfordringene oppstår når dette grensesnittet og ansvarsfordelingen mellom totalentreprenør og byggherre ikke er entydig avklart på forhånd. Videre er det tilfeller der byggherren viser liten forståelse for totalentreprenørens behov for beslutninger, eller tilfeller der byggherre vegrer seg for å ta beslutninger. I tillegg mener entreprenørene at byggherre i mange tilfeller ikke er klar over sitt ansvar etter byggherreforskriften. Dette kan føre til at totalentreprenøren må bruke mye tid og ressurser på å informere og følge opp at byggherre overholder sitt ansvar.

Brukerne av bygget, som i de undersøkte prosjektene er leilighetskjøpere, har kontrakt med byggherre og ikke med totalentreprenøren. I dette ligger at byggherre kan ha hatt egne dialoger med brukerne, men ikke videreformidlet dette til totalentreprenøren verken før eller etter kontraktsinngåelse. Dette kan føre til at totalentreprenøren går glipp av viktig kommunikasjon og avgjørelser, og entreprenøren kan dermed miste kontrollen over tilvalgsprosessen.

Totalentreprenøren trekker frem forsinkede beslutninger og leveranser av tegningsgrunnlag fra arkitekt og prosjekterende som en utfordring. Totalentreprenørene benytter tydelige leveranseplaner og hevder de etterspør manglende grunnlag, men undersøkelsene viser at dette ikke har løst problemet. Videre opplever entreprenørene kommunikasjonen med det offentlige som mer kompleks og utfordrende enn det loverket tilsier. Etter samtale med

kommunen kan forfatterne heller ikke se at dette skal by på problemer dersom entreprenøren overholder sine forpliktelser og kommuniserer aktivt og åpent med sin ansvarlige søker.

### 5.1.3 Totalentreprenørens fremdriftsplanlegging

Det knyttes en del utfordringer til totalentreprenørens utarbeidelse av fremdriftsplaner. Noen av entreprenørene mener det ikke lages tilfredsstillende fremdriftsplaner tidlig nok og at dette har sammenheng med at planleggere tar for lett på planleggingen og i bunn og grunn lager dårlige planer uten fotfeste i virkeligheten. Videre er det tilfeller der totalentreprenøren vet at nødvendig informasjon ikke foreligger, men likevel planlegger i tro om at planen vil fungere. Når prosjektet kommer i produksjonsfasen vil produksjonen i disse tilfellene styres etter en lite realistisk plan, og dette kan føre til at de ulike aktørene mister tillit til planen. I verste fall kan de ulike aktørene anse planen som så urealistisk at de ikke styrer produksjonen etter avsatt tid i planen, men heller suboptimaliserer egen produksjon. Det synes ingen grunn til å så tvil om at totalentreprenøren er avhengig av involvering av andre aktører i planleggingen for å utarbeide realistiske planer basert på både erfaring og andres faglige vurderinger av omfang, tidfesting og tidsetting.

De undersøkte entreprenørene presenterer vanligvis sine planer som Gantt-diagrammer basert på en vurdering av kritisk vei i prosjektet. Entreprenørene mener det er utfordrende å finne kritiske aktiviteter med tydelige avhengigheter i planen ettersom aktivitetene ikke presenteres i en kronologisk rekkefølge i fremdriftsplanen. Dette bekreftes i Al Nasserri mfl. (2016) sin vurdering av tradisjonelle metoder for fremdriftsplanlegging, som mener bruken av Gantt-diagram forhindrer planlegging av flere aktiviteter på en gang i en logisk rekkefølge og med riktige avhengigheter. I tillegg til dette mener Al Nasserri mfl. at Gantt-diagram og CPM fokuserer på aktivitetenes kritiske vei fremfor planens usikkerhet. De mener den tradisjonelle formen for fremdriftsplanlegging ikke fokuserer på produksjonsflyt, men heller kritisk vei. Harris og Iannou (1998) er enige i dette, og mener at bruken av CPM ikke forsikrer en kontinuerlig ressursbruk fordi det kun er prioriterte aktiviteter i form av kritisk linje som trekkes frem.

Undersøkelsene har vist at fremdriftsplanlegging i stor grad utføres av anleggsleder alene, basert på anleggsleders erfaring og ferdigheter. Dette bekreftes av Baldwin og Bordoli (2014) som hevder de fleste fremdriftsplanleggere er selvlærte og har opparbeidet kunnskap og erfaring gjennom fremdriftsplanlegging over lengre tid. Anleggslederen viser seg også i enkelte tilfeller å stå for planleggingen på detaljeringsnivåer der personer nærmere produksjonen burde deltatt, slik for eksempel LPS legger opp til. Dette kan føre til at det fremkommer andre og bedre løsninger på et tidspunkt hvor det egentlig er for sent, fordi baser og formenn ikke ble involvert i planleggingen. Produksjonen kan i verste fall stoppe opp som følge av at det ble planlagt ugjennomførbare løsninger som kunne vært oppdaget ved tidligere involvering.

Entreprenørene viser også til tilfeller der hindringer som skulle vært løst tidligere blir oppdaget av formenn og baser ute i produksjon. Ved involvering av de rette personene kunne hindringene vært løst før produksjonen påbegynte og følgelig kunne produksjonsstansen og planendringene vært unngått.

Tidfestingen av underentreprenørene sine aktiviteter trekkes av totalentreprenørene frem som en vanskelig oppgave. Det har vist seg at også dette avhenger av anleggsleders erfaring og kjennskap til oppgavene som skal utføres av underentreprenørene. Dette støttes av Olawale og Sun (2010) som mener at fastsettelsen av varighet ofte utføres ut fra magesfølelse og erfaring uten vitenskapelig fotfeste. Dette ble også bekreftet i prosjektoppgaven utarbeidet høsten 2016. Det trekkes også frem at underentreprenørens faktiske tidsbruk på de ulike arbeidsoperasjonene avhenger av hver enkelt underentreprenør sin kompetanse, erfaring og bemanning på det aktuelle tidspunktet. Videre mener en av entreprenørene at mange underentreprenører ikke kontrollerer tildelt tid i fremdriftsplanen. Dette gjør det utfordrende å feste tillit til at underentreprenøren faktisk følger planen. Under hovedfremdriftsplanleggingen, som gjerne skjer før kontraheringen av de ulike underentreprenørene, vil derfor tidfestingen skje med stor risiko for at aktiviteten ikke gjennomføres innen den fastsatte rammen.

Blant de intervjuede entreprenørene har det fremkommet ulike meninger om hvem som egentlig bør fremdriftsplanlegge. Nesten alle entreprenørene trekker frem at det i teorien er ideelt med en involvering av alle aktørene i prosjektet, men på spørsmål om hvorvidt de anser dette som fordelaktig svarer de fleste nei. Det er heller ingen som direkte påpeker anleggsleders ensomme planlegging som et problem, tvert imot mener entreprenørene at noen må ha hovedansvaret for planleggingen av prosjektet. Det kan altså virke som om entreprenørene i bunn og grunn mener det er ideelt med større grad av involvering, men at de anser dette som vanskelig å gjennomføre og derfor heller setter seg selv i en posisjon der planleggingen avhenger av enkeltpersoners erfaring. Det kan nesten virke som entreprenørene heller velger å gjøre det på denne velkjente måten fremfor å etterstrebe det de selv trekker frem som god praksis.

#### **5.1.4 Totalentreprenørens fremdriftsstyring og -oppfølging**

Den siste hovedkategorien med utfordringer knyttes til totalentreprenørens fremdriftsstyring og -oppfølging. En oppdatert plan og effektiv håndtering av endringer trekkes frem som kritiske faktorer for prosjektsuksess av Fortune og White (2006). Entreprenørene trekker på sin side frem at store endringer eller tillegg i prosjektet kan føre til at den opprinnelige hovedfremdriftsplanen mister sin gyldighet. Entreprenørene trekker også frem at det er viktig at totalentreprenøren følger opp og styrer fremdrift på en slik måte at helheten i prosjektet, og da spesielt hovedfremdriftsplanen, ivaretas til enhver tid. Dersom totalentreprenøren

mister oversikten over prosjektet vil en ikke lenger ha den nødvendige kontrollen for å se konsekvensene av eventuelle endringer og avvik.

Hva gjelder avvik understreker entreprenørene videre at det er vanskelig å vurdere i hvilke tilfeller man har et nevneverdig avvik og når det kan skape utfordringer for videre prosjektgjennomføring. Det trekkes frem at denne vurderingen i stor grad avhenger av planleggers egen erfaring.

## **5.2 Hvilke faktorer og forutsetninger påvirker fremdriftsplanleggingen?**

Gjennom undersøkelser av teori og empiri viser det seg at det er mange forhold som påvirker fremdriftsplanleggingen. De undersøkte entreprenørene er spesielt opptatt av grunnlaget for planleggingen og i det følgende vil forskningsspørsmål 2 besvares gjennom sammenstilling av det teoretiske og praktiske grunnlaget for fremdriftsplanlegging.

### **5.2.1 Kontrakten mellom totalentreprenør og byggherre**

Kontrakten mellom byggherre og entreprenør bør naturlig nok foreligge før entreprenøren starter fremdriftsplanleggingen i prosjektet. Kontrakten og medfølgende beskrivelser, tegninger og kravspesifikasjon definerer hva som er avtalt mellom entreprenør og byggherre. Byggetiden er som regel også fastsatt i kontrakten. Prosjektets kontraktstrategi definerer de forhold som regulerer fordelingen av ansvar og risiko mellom byggherre og entreprenør.

Ansvarsfordelingen for fremdriftsplanlegging og følgelig de ulike aktørenes planleggingsfrihet følger relativt klart av kontraktstrategien, men entreprenørene trekker frem at totalentreprisen som kontraktstype ofte uthules. Dette i form av at byggherre kan ha vanskelig for å overlate ansvar og kontroll til entreprenøren i så stor grad som normalt følger av totalentreprisen. Spesielt i leilighetsprosjekter er dette vanskelig da entreprenøren ofte står for dialogen med leilighetskjøperne på vegne av byggherre uten å ha en direkte kontrakt med kjøperne.

I forhold til kontrakten med byggherre understreker entreprenøren at det er viktig med en tydelig oversikt over tjenesteveiene i prosjektet, spesielt i forhold til arkitekten. Dette fordi arkitekten ofte har hatt en kontrakt med byggherren om gjennomføring av et forprosjekt før kontrahering av totalentreprenøren, for så at arkitekten er tiltransportert entreprenøren. Det allerede eksisterende forholdet mellom arkitekt og byggherre kan da bli utfordrende for de involverte fordi det kan falle seg naturlig for byggherre og arkitekt med direkte kontakt senere i prosjektgjennomføringen som ikke involverer entreprenøren.

## 5.2.2 Lover, regler og offentlig saksbehandling

De aktuelle lovene som påvirker fremdriftsplanleggingen i byggebransjen er arbeidsmiljøloven (2005) og plan- og bygningsloven (2008) gjennom henholdsvis byggherreforskriften (2009) og byggesaksforskriften (2010) med tilhørende veileder (DiBK, 2011). I det følgende vil de ulike forskriftenes påvirkning på fremdriftsplanleggingen oppsummeres og drøftes.

Byggherreforskriften stiller i utgangspunktet kun krav til byggherren i prosjektet, men flere av disse kravene påvirker fremdriften til entreprenøren. Byggherren skal ifølge forskriften utarbeide en plan for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA-plan) for prosjektet som skal inneholde en fremdriftsplan og krav til blant annet riggområde og ryddighet. Om det er byggherre eller entreprenøren på oppdrag fra byggherre som utarbeider fremdriftsplanen som følger SHA-planen gir ikke undersøkelsene noe entydig svar på, men det trekkes frem blant entreprenørene at det kan være en fordel med en tidlig involvering som gir mulighet for å påvirke byggherre til å legge en fornuftig plan. SHA-planens krav til blant annet riggplass, adkomst, fasiliteter og ryddighet påvirker logistikk og arbeidsflyt. Entreprenørene trekker spesielt frem tilgjengelig riggplass og organisering av denne som en faktor som må vurderes tidlig i planleggingen for å sikre gjennomførbarheten i fremdriftsplanen.

Byggesaksforskriften med veileder legger føringer for offentlig byggesaksbehandling og avklarer ansvarsforhold. I forbindelse med byggesaksbehandling trekker det offentlige frem at dette er et tydelig system med klar ansvarsfordeling da det offentlige kun forholder seg til ansvarlig søker i prosjektet. Det offentlige fremhever at det er en fast og forutsigbar saksgang med tydelige frister for saksbehandling. Entreprenørene på sin side opplever kommunikasjonen med det offentlige som mer utfordrende og kompleks. Dette kan ha sammenheng med at entreprenørene ofte står i andre rekke i forhold til kommunikasjonen som foregår mellom det offentlige og ansvarlig søker, som ofte er arkitekten. Det kan tyde på at entreprenørene føler en viss rådløshet i forhold til denne kommunikasjonen, men fremholder at det er sånn det skal være; entreprenørene ønsker på ingen måte å risikere eget forhold til det offentlige.

Entreprenørene trekker frem rammetillatelsen som en vesentlig forutsetning for å starte fremdriftsplanleggingen. Denne bør foreligge før fremdriftsplanleggingen påbegynnes og entreprenøren bør påse at ansvarlig søker har tatt hensyn til rekkefølgebestemmelser og andre hensyn som fremkommer i blant annet reguleringsplaner. Igangsettingstillatelser kan også påvirke entreprenørens fremdrift. Også disse er ansvarlig søker ansvarlig for å håndtere overfor kommunen, men entreprenøren bør påse at ansvarlig søker følger opp disse oppgavene. Alt i alt kan ikke entreprenøren i særlig grad påvirke krav som fremkommer fra byggherre eller offentlige, men konsekvensene kan bli store for entreprenørens fremdrift dersom dette ikke går i orden. Synliggjøring av hendelser og frister i fremdriftsplanen, samt tydelige planer

overfor byggherre, arkitekt og prosjekterende er i tillegg til kontinuerlig oppfølging de viktigste oppgavene til entreprenøren i denne sammenhengen. Dersom entreprenøren får mulighet til en tidlig involvering og dermed mulighet til å påvirke denne prosessen er det en fordel, spesielt er forhåndskonferanser noe entreprenøren kan delta på ved en tidlig involvering. Det offentlige trekker frem at bruk av forhåndskonferanser er ønsket også fra deres side.

### **5.2.3 Tegninger og beskrivelser**

Et av de viktigste utgangspunktene for entreprenørenes fremdriftsplanlegging er dokumentasjonen som spesifiserer hva som skal leveres og følgelig planlegges. Det varierer noe mellom entreprenørene hva slags tegningsgrunnlag og beskrivelser de ser på som ideelt, både i forhold til ønsket detaljeringsgrad og type dokumentasjon, men alle holder fast ved at grunnlaget bør ha vært gjennom en rammesøknadsprosess for å sikre gjennomførbarhet i forhold til offentlige forhold.

Entreprenørene hevder det er viktig å være klar over hvilket grunnlag man planlegger ut ifra. Enten dette grunnlaget er detaljert eller ikke må planer utarbeides på en slik måte at de hensyntar og står i forhold til det grunnlaget man har. Dersom grunnlaget er dårlig må man sikre videre tegningsleveranser i planer slik at produksjonen ikke tar igjen prosjekteringen. Dette ser ut som et vanskelig punkt å håndtere i praksis da overgangen mellom fasene før og etter produksjonsstart ofte blir lite konkret og prosjektering og produksjon ofte foregår parallelt. Det å mestre denne overgangen ser ut til å være en vesentlig suksessfaktor som er dårlig håndtert i litteraturen der fokuset er på å skape tydelige overganger mellom fasene i prosjektet. Entreprenørene hevder teoretiske prosjektmodeller i liten grad samsvarer med deres virkelighet, spesielt når det kommer til overgangen mellom prosjektering og utførelse av de forskjellige aktivitetene.

Litteraturen sier ikke mye om tegningsgrunnlag og beskrivelser utover at ansvaret for utarbeidelsen ligger hos prosjekterende og arkitekter. Det litteraturen derimot sier noe om (Azhar, 2011) er at digitale hjelpemidler som BIM har store fordeler for å kommunisere og dele informasjon som tegninger og beskrivelser. Dette synet støttes av flere entreprenører, men de forklarer at bruken er lite utstrakt selv om de ser klare fordeler ved bruk av digitale verktøy.

### **5.2.4 Kalkyle og prosjektnedbrytning**

Kalkylen er gjerne produsert som del av anbudsprosessen til prosjektet og er entreprenørens egen oversikt over hva som skal produseres. Praksisen for kalkyleutarbeidelse varierer noe fra entreprenør til entreprenør, men alle entreprenørene er enige om at en kalkyle bør være grunnlaget for fremdriftsplanleggingen for at planleggeren enklere skal få med seg alle elementene i prosjektet i fremdriftsplanen. Kvaliteten på kalkylen påvirker fremdriftsplanleggingen i stor grad og en detaljert og korrekt kalkyle kan gi et svært godt

grunnlag for fremdriftsplanleggingen. Her, som i mange andre sammenhenger, ser det ut som om avveiningen av kostnaden forbundet med kalkulasjonen mot akseptabel usikkerhet i kalkylen i stor grad avgjør hvor mye ressurser entreprenørene legger i kalkulasjonen. Denne avveiningen gjøres både i forhold til utarbeidelsen av anbudskalkylen og eventuell videreutvikling til produksjonskalkyle.

Praksisen for prosjektnedbrytning varierer fra prosjekt til prosjekt og litteraturen trekker også frem ulike praksiser for prosjektnedbrytningen. Hvilken nedbrytningsstruktur som bør benyttes i fremdriftsplanene vil vurderes i kapittel 5.3, men strukturen benyttet i kalkylen vil påvirke dens anvendelighet i fremdriftsplanleggingen. Baldwin og Bordoli (2014) trekker frem fordelene ved å ha samsvarende nivåinndeling i kalkyle og fremdriftsplan for enklere overførbarhet fra kalkylen til fremdriftsplanen og omvendt for kostnadsoppfølging basert på fremdriften. Dette er en fordel som også trekkes frem av entreprenørene.

### **5.2.5 Andre forhold og oppsummering**

Sammen med de ovennevnte forhold påvirker også prosjektets egenskaper og omgivelser fremdriftsplanleggingen. Forhold som nærområde, naboer, tilgjengelig riggplass og tilknytningsmuligheter til infrastruktur som vei, strøm, vann og avløp påvirker hva som skal gjøres, rekkefølgen det må gjøres i og hensyn som må tas i fremdriftsplanen. Dette er forhold som entreprenørene er svært opptatt av da det påvirker dem i stor grad, mens litteraturen har lite fokus på disse hensynene. Fremfor å adressere spesifikke forhold som dette ser litteraturen på større linjer og foreslår store og overordnede systemer for håndtering av blant annet interessenter fremfor å fokusere på de lokale forholdene slik entreprenørene fremhever som viktig. Det kan synes som om mange små ting, som alt i alt bidrar vesentlig til prosjekters suksess ifølge entreprenørene, nærmest anses som en selvfølge i litteraturen. Litteraturen ser også på disse hensynene fra eiendomsutviklings- og byggherreperspektiv fremfor fra entreprenørens ståsted.

Kort oppsummert er det flere forhold rundt lover og regler, kontrakten med byggherre og det tilgjengelige produksjonsgrunnlaget som påvirker fremdriftsplanleggingen til totalentreprenøren. I tillegg kommer egne evner og ressursbegrensninger i forhold til kalkulasjon og prosjektnedbrytning, i tillegg til lokalkunnskap. Prosjekters omgivelser er opphav til mange føringer for fremdriftsplanleggingen og det er viktig å håndtere disse forholdene i fremdriftsplanene.

Avveining av kostnad mot usikkerhet påvirker i stor grad hvilket grunnlag man har og hvor godt detaljert dette er. Avveiningene kan være gjort tidlig hos byggherre i form av valget av entreprisform, og det er ikke til å legge skjul på at en totalentreprise overfører størsteparten av ansvaret og risikoen til entreprenøren. Når entreprenøren har gjort seg kjent med

grunnlaget som følger kontrakten må entreprenøren vurdere kostnad mot risiko i forhold til hvor mye arbeid som skal legges ned i produksjonskalkyle, prosjektering og planlegging før fremdriftsplanleggingen starter, samt hvor mye restrisiko som skal håndteres i planen. I denne vurderingen må det også tas stilling til hvor lang tid entreprenøren vil benytte til prosjektering og planlegging før produksjonen skal begynne med tanke på at ferdigstillelsesdatoen gjerne er kontraktsfestet og mer eller mindre urokkelig. Mye tyder på at det er avgjørende å ha kontroll på det tilgjengelige grunnlaget og forutsetningene for prosjektet før planleggingen starter slik at man kan håndtere eventuell usikkerhet i planen.

### **5.3 Utførelse av fremdriftsplanlegging etter forskningsspørsmål 3 og 4**

I kapittel 3 og 4 er det redegjort for relevant teori og resultatene fra de gjennomførte undersøkelsene. Gjennom disse to kapitlene er forskningsspørsmål 3 og 4 langt på vei besvart, men det gjenstår å identifisere hva som er god praksis for fremdriftsplanlegging ifølge litteraturen og de undersøkte byggeprosjektene. Forskningsspørsmål 3 og 4 er som følger:

3. *Hvordan kan og bør fremdriftsplanlegging gjennomføres basert på tilgjengelig teori?*
4. *Hva er god praksis for fremdriftsplanlegging i dagens byggebransje?*

I det følgende vil den gjenværende delen av svaret på disse forskningsspørsmålene drøftes for å identifisere god praksis for fremdriftsplanlegging. Dette innebærer en drøfting av likheter og ulikheter mellom teori og undersøkelser så vel som internt i teorien og undersøkelsene med den hensikt å beskrive hvordan fremdriftsplanleggingen samlet sett bør utføres.

#### **5.3.1 Hvordan identifiseres god praksis?**

I arbeidet med å identifisere god praksis er det behov for et bevisst forhold til hva som gjør en praksis bedre enn annen praksis. I vurderingen av hva som er god praksis har vi lagt følgende to kriterier til grunn:

- Den beste praksisen skal i størst mulig grad løse utfordringene i dagens fremdriftsplanlegging som omtalt i kapittel 5.1.
- Den beste praksisen skal bidra til prosjektsuksess som omtalt i kapittel 3.1. Hva dette innebærer oppsummeres nedenfor.



Rolstadås mfl. (2014) mener det er utfordrende å komme med en entydig liste over hva som bidrar til prosjektsuksess, men understreker at dersom oppmerksomheten hviler på kjente problemer kan oppmerksomheten trekkes vekk fra nye problemer. Følgelig vil det alltid dukke opp nye problemer som kan påvirke prosjektsuksessen. Likevel synes litteraturen fra kapittel 3.1 å ha noen fellestrekk mellom sine studier av prosjektsuksess, samarbeid og erfaringsoverføring:

- **Kommunikasjon og systemer for god kommunikasjon.** Prosjektet som arbeidsform legger opp til stor grad av samarbeid, og god kommunikasjon trekkes frem som en suksessfaktor i denne forbindelse. Systemer for god kommunikasjon er vesentlig for å få informasjonen til å flyte i prosjektet. God kommunikasjon handler om å ha effektiv kommunikasjon, klare ansvarsfordelinger, samt tett dialog for å forebygge uenigheter. I tillegg skal kommunikasjonen benyttes til å ta beslutninger, koordinere aktørene og arbeidsoppgavene, samt dele kunnskap og erfaringer. Videre trekkes blant annet forpliktelse til prosjektet og involvering av de ulike deltakerne i planleggingsprosessen frem som avgjørende for et godt samarbeid.
- **Planlegging** handler først og fremst om innsatsen som legges ned i planleggingen, samt ferdighetene til planleggeren. En grundig utarbeidelse av en god plan som hensyntar alle involverte aktører vil bidra til prosjektsuksess. I tillegg trekkes det frem at en detaljert og oppdatert plan med tilstrekkelige og godt allokerede ressurser bidrar til prosjektsuksess.
- **Styring og oppfølging** av planen, samt effektiv håndtering av endringer er faktorer som bidrar til prosjektsuksess. I tillegg vil god kontroll over underentreprenørene sitt arbeid spille inn.
- **Beslutninger.** Involveringen av de ulike aktørene, eller bruker- og kundemedvirkning som det også kalles, vil være nødvendig for å ta riktige beslutninger. I tillegg vil de ulike aktørenes evne til å ta beslutninger spille inn.
- **Erfaringsoverføring** trekkes frem som viktig for å gjøre taus kunnskap eksplisitt slik at kunnskap som kan bidra til prosjektsuksess videreføres. Ifølge Marquardt (2011) er det essensielt for bedrifter å lære for i det hele tatt å overleve. Læring er en ømfintlig prosess som må forankres i den daglige driften og ansatte må oppmuntres til å lære av både suksess og fiasko. Rolstadås (2014) mener erfaringsoverføring er den mest oversette og undervurderte oppgaven i dagens byggebransje.

### 5.3.2 Planhierarki

Hvilke fremdriftsplaner som utarbeides og forholdet mellom disse viser seg å være en avgjørende faktor som i stor grad påvirker planleggingsprosessene utover i prosjektet. Litteraturen foreslår flere måter for oppbygging av et planhierarki. Baldwin og Bordoli (2014) forteller om et hierarki med fem plannivåer der nivå 1 er helt overordnet og nivå 5 er svært detaljert. Nivå 1 er beregnet på prosjekteier og beskriver svært få aktiviteter og gjerne viktige milepæler. Deretter øker detaljeringsgraden gradvis og de tre nederste plannivåene er de mest relevante planene for entreprenøren. Nivå 3 er beregnet på prosjektleder, nivå 4 detaljerer gjerne noen måneder eller uker, mens nivå 5 skal beskrive arbeidsflyten direkte innenfor rammene av de øvrige planene. Last Planner System (LPS) foreslår et hierarki med tre planer som gjerne kalles hovedfremdriftsplan, faseplaner og produksjonsplaner. Hovedfremdriftsplanene i LPS beskriver prosjektet på milepælsnivå, utviklingsplanen detaljerer gjerne de seks nærmeste ukene, mens produksjonsplanen detaljerer de nærmest forestående ukene. LPS bygger på prinsippet om at detaljeringsgraden i en plan skal stå i forhold til tidsrommet den dekker. Ved høy detaljeringsgrad i en plan skal den altså dekke et så kort tidsrom at man med god sikkerhet vet at det som skal utføres blir som planlagt. Dette prinsippet er ikke unikt for LPS. Det er også gjenkjennelig i planhierarkiet med fem nivåer omtalt over, men prinsippet er ikke en uttalt årsak til den definerte inndelingen.

I de undersøkte entreprenørselskapene benyttes det et planhierarki med tre nivåer; hovedfremdriftsplan, åtteukersplan og treukersplan. Det ene entreprenørselskapet har et planhierarki basert på LPS og har derfor erstattet åtteukersplanen med en hindringsanalyse tilsvarende utviklingsplanen i LPS. Vi ser altså at de undersøkte entreprenørene benytter planhierarkier som er godt sammenfallende med det som beskrives i teorien, om enn med litt ulike tidshorisonter. Det femdelte planhierarkiet beskrevet av Baldwin og Bordoli (2014) skiller seg tilsynelatende noe ut, men når vi ser til innholdet i de ulike planene er ikke dette lenger tilfellet da de tre nederste plannivåene her er sammenfallende med plannivåene i LPS og hos entreprenørene, mens de to øverste nivåene er relevante for store og komplekse prosjekter som gjerne har flere delprosjekter. Entreprenørene har også eksempler på komprimerte hovedfremdriftsplaner som kan presenteres for byggherre og som har likhetstrekk med det femdelte planhierarkiets nivå 1-plan. Entreprenørene trekker også frem prinsippet om å detaljere i forhold til tidsrommet planen dekker.

Med den beskrevne graden av samsvar mellom teori og praksis er det liten grunn til å trekke ovennevnte planhierarkier i tvil som eksempler på god praksis. Det kan likevel være fornuftig å beskrive planhierarkiet noe mer generelt for å øke tilpasningsdyktigheten til ulike prosjekter med tanke på størrelse og kompleksitet. Et prosjekt med høy grad av prefabrikking kan for eksempel ha lange ledetider som gjør at de langsiktige produksjonsplanene bør dekke et langt tidsrom, mens et lite prosjekt med enkle løsninger kan klare seg med kortere tidshorisonter i

planene. Som vi skal se i kapittel 5.3.7 kan også møtefrekvensen i prosjektet påvirke hva slags tidshorisonter som er velegnet.

God praksis ser ut til å være tre planer i hierarkiet. Øverst en hovedfremdriftsplan som dekker hele prosjektet, men som kan komprimeres for presentasjon overfor byggherre, deretter en langsiktig produksjonsplan som dekker de nærmeste 6-8 ukene og til slutt en kortsiktig produksjonsplan som dekker de nærmeste 1-3 ukene. Denne inndelingen vil også ivareta prinsippet om detaljering i forhold til planens tidshorizont og gi mulighet for relativt høy sikkerhet i planene. Når det kommer til forholdet mellom de tre planene i hierarkiet er det viktig å huske på at hovedfremdriftsplanen er den eneste planen som dekker hele prosjektet og som er forankret i kontrakten mellom entreprenør og byggherre. Dette medfører at det er hovedfremdriftsplanen som har minst rom for endringer. For å ivareta hovedfremdriftsplanen er det derfor vesentlig at de langsiktige produksjonsplanene lages innenfor rammene av hovedfremdriftsplanen og sørger for å overholde denne. På samme måte må de kortsiktige produksjonsplanene ta hensyn til de langsiktige produksjonsplanene.

### **5.3.3 Prosjektnedbrytningsstruktur**

Et byggeprosjekt består av mange forskjellige elementer som skal produseres i ulike arbeidspakker, men i en totalentreprise er sjelden alle elementer og arbeidspakker definert ved kontrahering av totalentreprenøren. Dette har nær sammenheng med prosjektets kontraktstrategi som omtalt i kapittel 3.2.2 da funksjonsbeskrivelser gjerne brukes for å beskrive leveransene i en totalentreprise. Funksjonsbeskrivelsene er da gjerne resultat av et grovt forprosjekt som har definert hoveddrammene for prosjektet. Av denne grunn er det en vesentlig oppgave for entreprenøren å skaffe oversikt over hva som faktisk skal bygges. En projektnedbrytning er en viktig oppgave og et viktig hjelpemiddel for å skaffe oversikt over elementene og arbeidspakkene slik at disse kan kommuniseres videre til involverte aktører.

I teorien (Rolstadås mfl., 2014; Cooke og Williams, 2009; Baldwin og Bordoli, 2014) understrekes viktigheten av å identifisere, definere og estimere arbeidsomfanget i et byggeprosjekt. Deretter må de ulike arbeidspakkene struktureres i en logisk og oversiktlig rekkefølge for å unngå et udefinert arbeidsomfang som kan skape både overraskelser og utfordringer senere i prosjektet. I teorien trekkes det i hovedsak frem to prinsipper for nedbrytning av prosjektet: aktivitetsbasert og lokasjonsbasert nedbrytning. Den aktivitetsbaserte nedbrytningen identifiserer oppgaver og aktiviteter som skal gjennomføres i prosjektet og samler og sorterer arbeid etter hva slags type jobb det er og hvilket fagområde arbeidet tilhører.

Ved lokasjonsbasert nedbrytning fokuseres det på den helhetlige produksjonsflyten og hvordan denne beveger seg gjennom bygget. Leilighetsprosjekter består ofte av repetitive aktiviteter. Dermed er det enklere å oppnå en kontinuerlig produksjonsflyt ved å legge opp til like store arbeidspakker i de ulike delene av bygget, for så å definere en bestemt retning på produksjonen gjennom bygget. Dersom aktivitetene brytes ned etter prinsippet om taktplanlegging vil bruken av lokasjonsbasert prosjektnedbrytning være til stor hjelp. For å kunne jobbe etter takt vil det være vesentlig å dele inn i like store arbeidspakker i de enkelte sonene slik at takten opprettholdes langs hele produksjonslinjen.

Ved en aktivitetsbasert prosjektnedbrytning er det mulig å identifisere en kritisk vei i prosjektet. Spesielt i kombinasjon med CPM kan en aktivitetsbasert nedbrytning bidra til å finne den kritiske veien. Det å ha oversikt over en slik kritisk vei kan forenkle prosjektoppfølgning og -kontroll i produksjonen da planleggeren vet hvilke aktiviteter som krever ekstra oppmerksomhet for å sikre at prosjektet gjennomføres som planlagt. Identifisering av kritisk vei har ikke nødvendigvis den samme nytten ved bruk av lokasjonsbasert nedbrytningsstruktur da en slik nedbrytningsstruktur gjerne brukes i sammenheng med en taktplan der alle aktiviteter i prinsippet er å anse som kritiske. En vesentlig fordel med lokasjonsbasert planlegging i kombinasjon med en taktplan er at produksjonsflyten kan overføres til øvrig logistikk i prosjektet slik at leveranser og transport kan følge den samme flyten på byggeplassen. Ved en aktivitetsbasert nedbrytning vil derimot ikke behovet for materialer, ressurser og utstyr i prosjektet nødvendigvis følge noe mønster eller flyt. Lokasjonsbasert planlegging kan altså virke som god praksis for å oppnå en god logistikkflyt i prosjektet.

Praksisen for prosjektnedbrytning samsvarer i stor grad mellom de ulike entreprenørene. Det er spesielt fire overordnede prinsipper entreprenørene benytter for nedbryting av prosjektet: etter bygningsdelstabellen (NS3451), fagkapitler, byggeprosessens faser og etasjer, samt geografisk etter etasjer, områder og soner. Det fremkommer ingen tydelig struktur, metode eller prosess knyttet nedbrytingen, og vilkårlig nedbrytning av prosjektet basert på en kombinasjon av de fire prinsippene fremkommer som vanlig praksis. En entreprenør mener en ideell plan følger bygget kronologisk fra start til slutt. På denne måten kan entreprenøren gå gjennom prosjektet slik det skal bygges, og avhengighetene mellom aktivitetene blir tydelige og lett identifiserbare. I dette tilfellet kan bruken av 4D planlegging gi muligheter for visualisering av byggeprosessen fra start til slutt.

Under utarbeidelsen av de ulike fremdriftsplanene vil entreprenørene fokusere på spesielt to oppgaver: de ulike arbeidspakkene med tildelte ressurser, og tilrettelegging for flyt i produksjonen. Fokuset virker stort på å skape en produksjon som beveger seg gjennom bygget i et fast mønster for å skape flyt, men samtidig forsøkes det å fange opp alle detaljene i bygget på et høyt nivå i entreprenørenes planhierarki. Dette detaljfokuset kan se ut til å gå på bekostning av sikkerheten i planen; flere entreprenører utarbeider svært detaljerte planer

langt frem i tid og mener det er den eneste måten å få med seg alt på. På den annen side kan det virke som graden av replanlegging er relativt høy, selv om undersøkelsene egentlig ikke er egnet til å konkludere rundt dette. Det er likevel naturlig å spørre seg om det å etterstrebe en høy detaljeringsgrad tidlig er det beste, eller om det kan føre til feil planlegging til feil tid med en ukontrollerbar usikkerhet i planen. Dette spørsmålet er sammenfallende med et av prinsippene bak Last Planner System (LPS); alle planer er prognoser og at alle prognoser er usikre. Jo lenger inn i fremtiden man forsøker å forutsi et hendelsesforløp, jo mindre sikkert er det at ting blir som forutsett.

Det ovennevnte er ikke entydig i sin anbefaling av hva som er god praksis for prosjektnedbrytning. Både aktivitetsbasert og lokasjonsbasert planlegging har sine sterke og svake sider, men hva som er best egnet for et bestemt prosjekt er nok i stor grad avhengig av en rekke forhold i prosjektet, så som organisasjonsstruktur, størrelse og kompleksitet. Hos entreprenørene ser vi ofte en kombinasjon og mye kan tyde på at dette er helt nødvendig, men det kan virke som det har stor betydning hvilken nedbrytningsmetode som brukes på de forskjellige nivåene i en fremdriftsplan. For å minimere usikkerhet som følge av stor detaljering kan det se ut som om en grov lokasjonsbasert inndeling på et høyt plannivå er en fordel i totalentrepriser da entrepriseformen medfører stor usikkerhet i mange detaljer. Etterhvert som prosjektet går og mer informasjon blir kjent kan man da fortløpende planlegge detaljene med en aktivitetsbasert tilnærming innenfor de tidligere definerte sonene. Slik forfatterne ser det vil også en slik lokasjonsbasert nedbrytning på et høyt nivå i planen ta hensyn til byggets utforming hva gjelder knutepunkt og angrepspunkt, byggemåte, riggplass og generelle adkomstmuligheter til byggeplassen.

### **5.3.4 Hovedfremdriftsplan**

Hovedfremdriftsplanen viser seg å være kanskje det viktigste styringsdokumentet i et byggeprosjekt. Dette fordi den samler alle grensesnitt i prosjektet og presenterer hele prosjektet i en logisk rekkefølge. Dette er ihvertfall meningen selv om det viser seg at hovedfremdriftsplanen ikke alltid lever opp til dette formålet. For å sikre at planen fungerer som tiltenkt er det viktig å basere den på et godt grunnlag i tillegg til å bygge inn tilstrekkelig sikkerhet slik at den kan brukes til å styre prosjektet innenfor kontraktens rammer.

Hovedfremdriftsplanen utarbeides vanligvis i tiden etter kontrakten er underskrevet. Den baseres på grunnlaget beskrevet i kapittel 5.2 og entreprenørene forsøker å ta hensyn til dette grunnlaget i størst mulig grad. Som omtalt i kapittel 5.1 kan det likevel se ut som et problem at det ikke alltid investeres nok tid og ressurser i kvalitetssikring av dette grunnlaget i forkant av planleggingen. Det anses som god praksis med en grundig gjennomgang av grunnlaget før planleggingen starter slik at eventuelle usikre forhold kan tas høyde for i planen.

Hovedfremdriftsplanen utarbeides som regel av anleggslederen i prosjektet, i noen tilfeller med hjelp av prosjektlederen. Det hender at prosjektleder, anleggsleder eller annen planlegger har laget et planutkast i anbudsfasen av prosjektet, men det varierer hvor godt dette plangrunnlaget er og det er observert flere eksempler på at hovedfremdriftsplanen utarbeides på nytt etter kontraktsinngåelse innenfor de rammene som legges i kontrakten. Det kan virke som god praksis å vurdere planen fra anbudsfasen med et kritisk blikk på linje med alt annet grunnlag for planleggingen, samt kontrollere den i forhold til kontrakten og annen dokumentasjon. I noen tilfeller kan det være nødvendig å utarbeide en helt ny hovedfremdriftsplan for å dekke alle hensyn i kontrakten og eventuelle endringer i grunnlaget. Denne vurderingen bør gjennomføres av de som skal utføre videre planlegging, gjerne i samarbeid med de som har gjennomført eventuell tidligere planlegging. Det er typisk anleggsleder som skal følge opp planen videre og anleggsleder bør derfor ha ansvaret for planutarbeidelsen. Det anses som god praksis å involvere formenn og baser i deler av planleggingsarbeidet, i tillegg til viktige underentreprenører. Disse kan bidra med verdifull kunnskap og erfaring i tillegg til at de skal arbeide etter planen, og deres eierskap til planen er avgjørende for at planen skal etterleves og respekteres.

I litteraturen beskrives det metoder og verktøy for utarbeidelse av hovedfremdriftsplan og andre planer som omtalt i kapittel 3.6 og 3.7. Som påvist i prosjektoppgaven høsten 2016 og i resultatene fra datainnhentingene omtalt i kapittel 4, benyttet disse metodene i liten grad hos entreprenørene. Likevel er det mulig å gjenkjenne taktplanleggingsprinsipper i flere prosjekter, det er et LPS-basert planhierarki i det ene entreprenørselskapet og de fleste entreprenørene har et forhold til kritiske aktiviteter og kritisk vei i prosjektet. Vi ser ingen grunn til å anbefale fullstendig implementering av metodene og verktøyene omtalt i litteraturen da entreprenørene har gode begrunnelser bak mange av valgene de gjør. Samtidig ser vi at det kan være noe å hente på å forbedre dagens planlegging i lys av prinsipper og deler av metodene. Elementer som kan implementeres for å forbedre dagens planlegging er lokasjonsbasert nedbrytningsstruktur som gir grunnlag for taktplanlegging og bidrar til flyt i produksjonen, detaljering i forhold til tidshorisontene i planene som LPS bygger på og et bevisst forhold til buffere som gir robuste planer i forhold til teorien rundt CCPM. En entreprenør nevner taktprinsippet som effektivt for enklere oppfølging gjennom faste overleveringer mellom aktiviteter og fag. Det gir også enklere ressursplanlegging, da arbeidsmengdene i hver sone eller aktivitet balanseres i forhold til andre aktiviteter og soner slik at man enklere får en jevn bemanning og en strukturert arbeidshverdag i prosjektet.

I hovedfremdriftsplanen skal det ifølge litteraturen kun fremgå hovedaktiviteter, men enkelte entreprenører detaljerer likevel planen på både 2 og 3 nivåer som omtalt i kapittel 4.2.2. Plannivåene og innholdet i hvert plannivå i hovedfremdriftsplanen har nær sammenheng med prosjektets nedbrytningsstruktur og den beste praksisen som trekkes frem i både teori og

undersøkelser er der kalkyle og fremdriftsplan benytter den samme strukturen. Dette vil si at de ulike elementene i planen kan kjennes igjen i kalkylen og omvendt. Dette forenkler både planlegging og oppfølging, men betinger at utgangspunktet fra kalkylen er videreførbart. En god hovedfremdriftsplan skal kunne komprimeres slik at den kan presenteres overfor for eksempel byggherre. Samtidig er det ingenting i veien for å detaljere hovedaktivitetene i ytterligere ett til to nivåer for å få frem nedbrytningsstrukturen i prosjektet, men det er viktig at prinsippet om detaljering i forhold til tiden man har oversikt over overholdes. Dette gir en naturlig begrensning for hovedfremdriftsplanens detaljeringsgrad.

En utfordring i hovedfremdriftsplanleggingen er fastsettelse av aktivitetenes rekkefølge og varighet, og her kommer vi ikke bort fra at erfaring og kjennskap til bygningsproduksjon er en viktig egenskap. Aktivitetenes rekkefølge er et logisk spørsmål som krever kunnskap om hvordan arbeidet bør foregå, mens tiden som kreves i en aktivitet er avhengig av at man kjenner arbeidsmengden i hver enkelt prosess. Foruten erfaring kan informasjon til dette formålet fremkomme fra andre kilder som bygningsdelstabellen (NS3451), databaser med enhetstider og andre fremdriftsplaner. I denne sammenheng er involvering av andre også en stor fordel. Underentreprenører, formenn, baser og fagarbeidere kjenner alle sine fagområder godt og kan være til stor hjelp i bestemmelsen av rekkefølge og nødvendig tid i en plan. Ved bruk av lokasjonsbasert prosjekt nedbrytning og taktplanlegging vil dette arbeidet forenkles da den logiske rekkefølgen på arbeidene kun må bestemmes en gang og sonene tilpasses en felles takttid fremfor at alle aktiviteter må tidsettes og vurderes i forhold til hverandre. For å forenkle og forbedre tidsetting og rekkefølge i senere prosjekter er etterkalkyler med tilbakeføring av erfaringstall og annen informasjon til andre prosjekter og databaser god praksis og en vesentlig suksessfaktor for å bidra til en generell forbedring av fremdriftsplanlegging i egen bedrift og bransje.

Selv om hovedfremdriftsplanen er samlende og styrende for hele prosjektet kan ikke alle sammenhenger og grensesnitt fremkomme av hovedfremdriftsplanen. For å håndtere dette lages det ofte underplaner som belyser ulike hensyn i hovedfremdriftsplanen. Typiske eksempler på slike underplaner er tegningsleveranseplan, beslutningsplaner overfor ulike aktører og prosjekteringsplaner samt bestillings- og leveranseplaner. Disse planene skal sikre spesielle forhold i prosjektet overfor de ulike aktørene slik at vesentlig informasjon ikke forsvinner i hovedfremdriftsplanen. Entreprenørene trekker i denne sammenhengen frem at det er viktig å se på hovedfremdriftsplanen som det absolutt styrende dokumentet og at alle behov i prosjektet i utgangspunktet skal skapes av hovedfremdriftsplanen. Det kan her trekkes paralleller til et av de grunnleggende prinsippene i lean og LPS som bygger på bakoverplanlegging hvor planleggen tar utgangspunkt i slutttilstanden og ser hva som må gjøres forut for at en oppgave kan fullføres. Ved hjelp av leveranseplaner som følger prosjektets gang

i hovedfremdriftsplanen legges det også godt til rette for redusert lagringsbehov og god logistikk som også er et viktig lean-prinsipp.

I teorien fremkommer det ingen tydelige forslag til hvordan hovedfremdriftsplanen bør utformes, men Rolstadås mfl. (2014) trekker frem visualisering som et viktig prinsipp i lean. I et byggeprosjekt er det mange aktører og når hovedfremdriftsplanen skal være det overordnede styringsverktøyet for samtlige er visuell tilgjengelighet av vesentlig betydning. En av entreprenørene understreker at hovedfremdriftsplanen ikke må være for omfattende, da de ulike aktørene raskt kan miste oversikten dersom hovedfremdriftsplanen som presenteres er på mer enn tre A3-ark. Det fremkommer som en klar fordel at synlighet, tilgjengelig og forståelighet vektlegges i utarbeidelsen av planen. Hjelpemidler til dette kan være bruk av fargekoder for ulike fag eller soner, hjelpelinjer i planer som gjør lesbarheten bedre og en planstruktur som tillater utheving av enkelte fag, perioder eller områder.

### **5.3.5 Langsiktige produksjonsplaner**

Baldwin og Bordoli (2014) understreker at produksjonsfasen kontinuerlig blir forstyrret av uforutsette hendelser, tillegg eller endringer. Også i undersøkelsene har entreprenørene forklart at endringer og uforutsette hendelser er en del av hverdagen til planleggerne. I tillegg til dette har det siden hovedfremdriftsplanen ble utarbeidet blitt mer tilgjengelig informasjon, og følgelig kan produksjonsplanleggingen påbegynnes. Hensikten med de langsiktige produksjonsplanene er derfor å klargjøre arbeidspakkene 6-8 uker frem i tid og påse at alt er tilrettelagt for at disse kan settes ut i produksjon til planlagt tid. Fra entreprenørenes ståsted understrekes det at hovedfremdriftsplanen må være omforent med de ulike aktørene for at de langsiktige produksjonsplanene skal ha noen hensikt.

Involvering av de som står nærmest aktivitetene som skal utføres trekkes i litteraturen frem som en suksessfaktor. I undersøkelsene kom det tydelig frem at anleggsleder har ansvaret for å utarbeide de langsiktige produksjonsplanene, men at alle aktørene i prosjektet bidrar i prosessen gjennom den tredelte møtestrukturen omtalt i kapittel 4.3.3. Entreprenørene trekker frem at tilrettelegging på best mulig vis for alle aktørene er av vesentlig betydning i produksjonsplanleggingen, og at nøkkelen til dette ligger i omforente planer som samtlige aktører har eierskap til. Dette ser ut til å være en god praksis som sikrer anleggsleders eierskap til planen, men også sikrer gjennomførbarhet og forankring hos flere aktører i prosjektet gjennom involvering i planutarbeidelsen. De langsiktige produksjonsplanene bør i all hovedsak eies av anleggsleder ettersom anleggsleder er bindeleddet mellom prosjektleder, prosjekteringsgruppen, prosjektledere til underentreprenørene, samt baser og formenn ute på byggeplassen. På denne måten vil det tilrettelegges for at hver enkelt arbeidspakke kan kontrolleres for gjennomførbarhet i forhold til forutsetninger som produksjonsunderlag, ressurser og materiell overfor alle involverte aktører.



Litteraturen redegjør for en del prinsipper som bør legges til grunn i utarbeidelsen av de langsiktige produksjonsplanene da disse planene legger hovedføringene for produksjonen. Rolstadås mfl. (2014) trekker frem flyt i produksjon som et av de viktigste prinsippene knyttet til lean produksjon, og dette innebærer en kontinuerlig produksjon uten avbrytelser og stopp. For å eliminere sløsing vil fokus på de syv formene for sløsing presentert av Womack og Jones (1996) være gode hjelpemidler. I tillegg til dette mener Koskela (1992) at byggeprosessen vil effektiviseres dersom hele prosessen synliggjøres for de involverte aktørene, og at fokuset ligger på prosessen som helhet. På denne måten kan feil lokaliseres og løses så raskt som mulig, og man unngår at de ulike aktørene kun fokuserer på egne arbeidsoppgaver og følgelig suboptimaliserer egen produksjon.

I utarbeidelsen av de langsiktige produksjonsplanene er det ingen spesielle verktøy som blir benyttet hos entreprenørene, men det ene entreprenørselskapet benytter aktivt det de kaller hindringsanalyse. Dette er et hjelpemiddel for kartlegging av ulike forhold som kan hindre at en arbeidspakke kan settes ut i produksjon til avtalt tid. Entreprenørene trekker frem at det alltid må gjøres en vurdering av forutsetningene som ligger til grunn for de enkelte arbeidspakkene, og at erfarne formenn og baser er dyktige til å avdekke eventuelle hindringer ved å visualisere det forestående arbeidet. Videre understreker entreprenørene viktigheten av at alle aktørene fremmer forslag som alle kan dra nytte av.

Ut ifra det ovennevnte anses det som god praksis med et stort fokus på de langsiktige produksjonsplanene slik at de ulike arbeidspakkene er klare til planlagt og avtalt tid. Litteraturen og entreprenørene er enige i at fokuset må ligge på å avdekke forholdene som hindrer produksjon for å tilrettelegge for flyt i produksjonen. Et viktig hjelpemiddel i utarbeidelsen kan være hyppig bruk av 3D-modeller slik at aktørene kan visualisere prosessen på en mer reell måte.

I de langsiktige produksjonsplanene er det viktig å avgrense fokuset til kun å gjelde tilrettelegging av produksjonen 6-8 uker frem i tid. Aktivitetene i de langsiktige produksjonsplanene er i hovedsak hentet ut fra hovedfremdriftsplanen og varighetene på disse følger dermed av hovedfremdriftsplanen. Det kan også være nødvendig med ytterligere detaljering av aktiviteter fra hovedfremdriftsplanen før de innlemmes i langsiktige produksjonsplaner. Ved en slik ytterligere detaljering må de nye underaktivitetene tidsettes i henhold til hovedaktiviteten.

De langsiktige produksjonsplanene bør ha god lesbarhet og være enkle å forstå for de ulike aktørene. Det bør komme klart frem hvilke arbeidspakker som er planlagt gjennomført de neste ukene, og hva som eventuelt hindrer gjennomføringen av aktiviteten. I tillegg bør det komme klart frem hvem som er ansvarlige for å følge opp de ulike hindringene slik at disse elimineres før aktiviteten skal påbegynnes.

### 5.3.6 Kortsiktige produksjonsplaner

De kortsiktige produksjonsplanene skal spesifisere arbeidene de nærmeste 1-3 ukene og kunne brukes av baser og formenn til direkte produksjonsstyring. Både litteratur og undersøkelser viser at det er viktig at de kortsiktige produksjonsplanene holder seg innenfor rammene til både langsiktige produksjonsplaner og hovedfremdriftsplanen.

De kortsiktige produksjonsplanene skal utarbeides av personer som er så nær produksjonen som mulig. I praksis vil det si at baser og til en viss grad formenn bør utarbeide planene slik at basene kan formidle planene til sine respektive lag. Involvering av baser er også et viktig grep for å sikre deres eierskap til planen. Slik involvering av personer så nær produksjonen som mulig fremheves både i litteratur og av entreprenørene, selv om entreprenørene forteller at anleggsleder i noen tilfeller presenterer en ferdig plan for baser og formenn som deretter får mulighet til å komme med innspill til planen. Dette kan svekke deres eierskap til planen, og anleggsleders oppgave i forbindelse med utarbeidelsen av de kortsiktige produksjonsplanene bør begrenses til å fasilitere basemøtet og sikre samsvar med øvrige fremdriftsplaner.

Når det kommer til utarbeidelsen av de kortsiktige planene er det ikke spesielle metoder og verktøy som skiller seg ut i bruk hos entreprenørene. Det vanlige er at planene lages i Excel og at aktivitetene defineres ut fra behovene i øvrige planer. Entreprenører og litteratur trekker også frem at bruk av 3D-modeller kan være til stor hjelp for å orientere seg og få oversikt i en slik prosess. Aktivitetene som defineres bør være enkle å skille fra hverandre for å sikre en enklere oppfølging av planen. Baldwin og Bordoli (2014) trekker frem at metoder som CPM kan benyttes i planleggingen, men forfatterne kan ikke se noen grunn til å anbefale utstrakt bruk av teoretiske metoder simpelthen fordi dette er fagarbeidernes plan. Så lenge prosjektadministrasjonen legger til rette for utarbeidelsen gjennom å sikre produksjonsunderlag og materiell som omtalt i kapittel 5.3.5 og sørger for at planene holdes innenfor rammene av øvrige planer er dagens praksis å anse som god praksis.

Når det kommer til detaljeringsnivå i disse planene er det viktig å ha planens hensikt i bakhodet. De kortsiktige planene bør derfor beskrive fagarbeidernes oppgaver dag for dag på person- eller lagsnivå. Dette detaljeringsnivået gjelder uansett nedbrytningsstruktur, men ved bruk av taktplanlegging på overordnede planer vil de kortsiktige planene detaljere arbeidene innad i en sone. Et viktig poeng med de kortsiktige produksjonsplanene er at de skal utformes uten

buffere. Sammenhenger mellom aktiviteter i de kortsiktige produksjonsplanene og tidsetting av aktivitetene er ikke, og bør heller ikke være, en kunnskapsbasert øvelse. Erfaringen til og involveringen av baser og formenn er de viktigste virkemidlene for å sikre gode kortsiktige planer.

Viktige egenskaper i de kortsiktige produksjonsplanene viser seg å være lesbarhet og at de er intuitive i bruk. De skal kunne benyttes ute i produksjonen og til daglig oppfølging og følgelig må de være enkle å ha med seg i produksjonen og tilgjengelige for fagarbeiderne til enhver tid.

### 5.3.7 Møtestruktur

Fremdriftsplanlegging i byggeprosjekter baserer seg ofte på stor møteaktivitet med opptil flere ukentlige møter. Cooke og Williams (2009) foreslår bruk av månedlige byggeplassmøter og ukentlige fremdriftsmøter som en del av fremdriftsplanleggingen. Entreprenørene på sin side benytter i hovedsak prosjekteringsmøter, koordineringsmøter og basemøter i sin fremdriftsplanlegging som omtalt i kapittel 4.3.3. Begrepsbruken blant entreprenørene varierer, men innholdet i møtene viser seg relativt likt slik at vi videre velger å benytte de sistnevnte navnene på møtene. Begrepet fremdriftsmøter er bevisst utelatt da det brukes svært varierende og viser seg å føre til mye forvirring. Det sier også lite om hva møtet egentlig handler om. Vi anser møtestrukturen som presenteres i det følgende som god praksis. Det understrekes av Cooke og Williams (2009) at det bør sikres en klar agenda for alle møter, at kun de som faktisk har noe å gjøre i møtet skal delta og at møtene holdes så korte og strukturerte som mulig. Vi anerkjenner at vi anbefaler bruk av til dels mange møter. Dette samsvarer med det som gjøres av entreprenørene, men overstiger antallet møter anbefalt av Cooke og Williams. Vi anser det likevel som en gunstig anbefaling da det legges opp til flere, men kortere møter med færre involverte og en enklere og tydeligere agenda. Med denne møtestrukturen og det tidligere beskrevne planhierarkiet behandler hvert møte en egen fremdriftsplan som da blir agendaen for møtet, hvilket igjen gjør det enklere for deltakerne å stille forberedt til møtene. Dette er i overensstemmelse med det Rolstadås mfl. (2014) anser for god møtekultur.

Før hovedfremdriftsplanleggingen påbegynnes har det vist seg svært verdifullt med en god erfaringsoverføring fra kalkylen. Slik erfaringsoverføring trekkes også frem i litteraturen omtalt i kapittel 3.1.3. Entreprenørene etterlyser en prosedyre for slik kunnskapsutveksling mellom kalkulatører og prosjektadministrasjon og vi anser det derfor som god praksis å inkludere et slikt møte i fremdriftsplanleggingen. Kalkylegjennomgangen bør finne sted raskt etter kontraktsinngåelse med byggherre, men ikke tidligere enn at entreprenøren er absolutt sikker på egen prosjektadministrasjon. Prosjektleder, anleggsleder, formenn og alle som har deltatt i kalkulasjonen bør delta i dette møtet slik at alle forutsetninger, vurderinger og valg i kalkylen gjøres kjent for prosjektadministrasjonen. Møtet bør referatføres og ikke forhastes slik at alle

vesentlige forhold kan dekkes. Det er kalkulatørene som på dette tidspunktet kjenner prosjektet best, men det er prosjektadministrasjonen som skal levere et prosjekt i henhold til kalkylen. En slik erfaringsoverføring kan derfor vise seg å bli avgjørende for prosjektets suksess. Det kan i de undersøkte entreprenørbedriftene virke som om dette møtet bør initieres fra sentralt hold i bedriften for å sikre alles forpliktelse og engasjement til denne prosessen.

**Koordineringsmøtet** har som hovedoppgave å utarbeide eller vedta de langsiktige produksjonsplanene. Planene kan enten utarbeides direkte i møtet, eller så kan et forslag fra anleggsleder presenteres, drøftes og vedtas. I koordineringsmøtet virker det som god praksis å involvere underentreprenørenes prosjektledere og disse skal i samarbeid med anleggsleder fokusere på de forestående 6-8 ukene. Arbeidene i den forestående perioden skal sikres for gjennomførbarhet ved å kontrollere at produksjonsunderlag, materiell, ressurser og utstyr er tilgjengelig til arbeidene starter opp. Samtidig skal anleggsleder påse at den langsiktige produksjonsplanleggingen skjer i henhold til hovedfremdriftsplanen. Referatet og planene som utarbeides i møtet må sendes ut til de som berøres av planen, og dette viser seg i hovedsak å være prosjekteringsgruppen, innkjøpere og prosjektleder. Møtefrekvensen for koordineringsmøtet vil i stor grad være avhengig av tidshorizonten i de langsiktige produksjonsplanene, kompleksiteten i prosjektet og aktiviteten på byggeplassen. Koordineringsmøter hver eller annenhver uke anses som god praksis.

**Prosjekteringsmøtet** anses ofte av entreprenørene som et møte som ikke påvirker fremdriftsplanleggingen i stor grad. Basert på undersøkelsene gjennomført hos entreprenørene mener vi det likevel er god praksis å anse dette møtet som en del av prosessen for fremdriftsplanlegging. Dette fordi prosjekteringsmøtet er et resultat av behovene som skapes av hovedfremdriftsplanen, samt at det bidrar til å sikre oppfyllelsen av de langsiktige produksjonsplanene. Viktig grunnlag for prosjekteringsmøtet er de langsiktige produksjonsplanene såvel som relevante underplaner av hovedfremdriftsplanen. Underplaner som prosjekteringsplan og tegningsleveranseplan styrer det planlagte prosjekteringsbehovet i henhold til hovedfremdriftsplanen, mens de langsiktige produksjonsplanene ivaretar eventuelle feil, mangler og etterslep. Deltakere i dette møtet bør være representanter fra alle prosjekterende og arkitekt, prosjektleder og anleggsleder. Som for koordineringsmøtet vil den anbefalte møtefrekvensen variere med forhold i prosjektet, men det anses som god praksis med prosjekteringsmøter hver eller annenhver uke også for disse møtene.

**Basmøtet** er direkte styrende for produksjonen og her er hensikten utarbeidelse og oppfølging av de kortsiktige produksjonsplanene. Grunnlaget for utarbeidelsen av disse planene er de langsiktige produksjonsplanene og så lenge arbeidet foregår innenfor rammene av disse og hovedfremdriftsplanen kan tid og arbeidsflyt vurderes og planlegges relativt fritt av planleggerne. Det anses som god praksis at baser og formenn involveres i dette møtet og at det er deres oppgave å utarbeide planen som omtalt i kapittel 5.3.6. En vesentlig oppgave i

basnmøtet er også oppfølging av de foregående planer slik at resultatet av oppfølgingen kan hensyntas i den neste planen, mer om dette i kapittel 5.3.8. Basnmøtet bør gjennomføres ukentlig for å skape kontinuitet i planlegging og oppfølging og for raskt å kunne etterkomme endringer og løse uforutsette hendelser.

### **5.3.8 Fremdriftsstyring og oppfølging**

Ifølge Pinto og Slevin referert i Rolstadås mfl. (2014) er fremdriftsstyring og -oppfølging en viktig faktor for prosjektsuksess. Det å styre og kontrollere hovedfremdriftsplanen, rapportere endringer og holde oversikt over prosjektet er ifølge Cooke og Williams (2009) det fremdriftsstyring og -oppfølging handler om og vi skal i det følgende identifisere god praksis for dette.

Entreprenørene trekker frem at fremdriftsstyring og -oppfølging er det som gir kontinuitet og sammenheng mellom de ulike møtene og planene i fremdriftsplanleggingen. Selv om store deler av planleggingen og oppfølgingen foregår i de ulike møtene omtalt i kapittel 5.3.7 har prosjektadministrasjonen og spesielt anleggsleder en stor oppgave med å koordinere aktører og arbeider og legge til rette for effektiv planlegging og produksjon med god flyt.

De kortsiktige produksjonsplanene følges opp og kontrolleres i basnmøtene. I forhold til denne planen trekkes det frem som viktig med aktiv oppfølging fra totalentreprenørens side ute på byggeplassen. Dette er et arbeid som forenkles betydelig dersom aktivitetene er klart avgrenset og lett målbare. For å oppnå dette foreslår litteraturen bruk av taktplanlegging som gir faste overleveringer mellom fag og områder. Dette er et prinsipp som også støttes av entreprenørene og samlet sett kan det anses som god praksis å definere aktiviteter som har jevn varighet fra uke til uke, gjerne med overlevering for eksempel hver fredag, og er klart geografisk avgrenset. De kortsiktige produksjonsplanene avstemmes i det ene entreprenørselskapet ved hjelp av metoden Prosent Plan Utført (PPU) som omtalt i kapittel 4.3.3. En slik oppfølging og overvåking av plankvalitet gjennomføres også i LPS.

De langsiktige produksjonsplanene er ikke alltid like egnet for avstemming da de i noen tilfeller utføres som hindringsanalyser. Det er like fullt mulig å vurdere hva som er gjort og ikke gjort i koordineringsmøtet slik at dette blir en form for avstemming. Resultatet fra avstemmingen av de kortsiktige produksjonsplanene er også en viktig faktor for å stemme av de langsiktige planene.

Hovedfremdriftsplanen stemmes ikke av i noen av de nevnte møtene, men dette er heller ikke nødvendig så lenge hensynet til denne planen ivaretas av anleggsleder i koordinerings- og prosjekteringsmøter. I prosjekteringsmøtene vil også statusen fra prosjekteringsgruppen vurderes slik at dette blir en form for avstemming av hovedfremdriftsplanen. Entreprenørene

trekker frem at anleggsleder skal kjenne planene i en slik grad at vedkommende alltid har oversikt over hvordan prosjektet ligger an. Dette medfører at anleggsleder kontinuerlig må overvåke fremdriften og avstemme hovedfremdriftsplanen etter fremdriften som rapporteres i de ulike møtene. Anleggsleder vil videre rapportere til prosjektleder som igjen rapporterer til byggherre ved behov.

Aktiv og hyppig fremdriftsoppfølging av både egne og underentreprenørers arbeider trekkes frem som et viktig prinsipp av totalentreprenørene. I forhold til egne arbeider er det viktig å anerkjenne seg selv som en del av det samme produksjonssystemet som alle andre. Følgelig må en anstrenge seg for å overholde egne forpliktelser like strengt som man forventer at andre skal overholde sine forpliktelser. Dersom totalentreprenør ikke klarer å overholde dette vil tilliten fra andre aktører raskt forsvinne.

I løpet av fremdriftsoppfølgingen er det ikke til å unngå at det vil oppdages avvik fra planlagt produksjon. Entreprenørene anerkjenner at det med dagens planlegging kan være svært krevende å oppdage slike avvik i tillegg til at det kan være vanskelig å forstå hvilke konsekvenser de har. En vurdering av konsekvensene er nødvendig for å avgjøre hvilke avvik som krever tiltak og hvilke som løses av seg selv. Entreprenørene er samstemte i at avvik både foran og bak planlagt fremdrift må vurderes på lik linje da begge tilfeller kan påvirke annen produksjon. En av hovedreglene som entreprenørene benytter for å avgjøre om et avvik krever tiltak er hvorvidt det påvirker andre aktiviteter. Begge de sistnevnte poengene bekreftes av Baldwin og Bordoli (2014). På bakgrunn av dette anbefales det som god praksis med en årvåken fremdriftsoppfølging som bidrar til tidlig identifikasjon av avvik. Alle avvik bør vurderes i forhold til konsekvenser og det anses som god praksis å gjennomføre for mange tiltak heller enn for få. Et vesentlig poeng som trekkes frem av entreprenørene er at alle avvik skal hentes inn på produksjonsplanene slik at hovedfremdriftsplanen ikke påvirkes. Dette anses som god praksis da det bidrar til å ivareta entreprenørens forpliktelser overfor byggherre, samt forhindrer forsinkelser i prosjektet.

Til hjelp for fremdriftsstyring og -oppfølging trekker litteraturen frem oversikt over kritiske aktiviteter og kritisk vei i prosjektet som et velegnet hjelpemiddel. På samme måte vil oversikt over hvor i prosjektet det finnes tilgjengelig flyt kunne bidra i vurdering og håndtering av avvik fra planlagt produksjon. Kritiske aktiviteter, kritisk vei og flyt i fremdriftsplaner er omtalt i kapittel 3.5.5. Det å vite hvor flyten i prosjektet finnes er også til stor hjelp i forhold til å hente inn eventuelle forsinkelser eller etterkomme endringer og uforutsette hendelser. Dersom man i tillegg har bygget inn buffere i planene som omtalt i kapittel 3.5.6 står man enda bedre rustet. Entreprenørene forklarer at de sjelden har noe bevisst forhold til buffere, hvilket må anses som en potensiell fallgrube ifølge den undersøkte litteraturen. Det anses derfor som god praksis å

ha oversikt over kritiske aktiviteter, kritisk vei og tilgjengelig flyt, samt et bevisst forhold til buffere i planleggingen.

For å forenkle den daglige fremdriftsstyringen trekker både Baldwin og Bordoli (2014) og en av entreprenørene frem gjøremålslister og en matrise som skiller mellom grad av påvirkning for videre aktiviteter, og viktigheten av aktiviteter. En slik matrise er vist og forklart i kapittel 3.6.1 og det kan virke som god praksis å benytte denne typen enkle verktøy i den daglige fremdriftsstyringen og -oppfølgingen for å strukturere egne tanker og forenkle kommunikasjon internt i prosjektadministrasjonen.

## 5.4 Hva er en god prosess for fremdriftsplanlegging?

Innledningsvis i kapittel 5 gjenopptok vi tråden fra introduksjonen og bakgrunnen til oppgaven. Ved hjelp av forskningsmetodene omtalt i kapittel 2 har vi i kapittel 3 og 4 samlet informasjon som har gitt oss muligheten til å besvare de følgende fire forskningsspørsmålene som har ligget til grunn for arbeidet:

1. *Hvilke utfordringer finnes i dagens fremdriftsplanlegging?*
2. *Hvilke faktorer og forutsetninger påvirker fremdriftsplanleggingen?*
3. *Hvordan kan og bør fremdriftsplanlegging gjennomføres basert på tilgjengelig teori?*
4. *Hva er god praksis for fremdriftsplanlegging i dagens byggebransje?*

Utfordringer i dagens fremdriftsplanlegging er drøftet i kapittel 5.1 og kategorisert ut fra hvordan de best kan løses. Utfordringene er fortløpende hensyntatt i de øvrige delkapitler i diskusjonen da vår oppfatning av god praksis er en praksis som alltid etterstreber å være best gjennom å løse dagens utfordringer og søke kontinuerlig forbedring. Faktorer og forutsetninger som påvirker fremdriftsplanleggingen er vurdert i kapittel 5.2, mens kapittel 5.3 har besvart forskningsspørsmål 3 og 4 gjennom en sammenstilling og vurdering av god praksis for fremdriftsplanlegging basert på både litteratur og undersøkelser i byggebransjen.

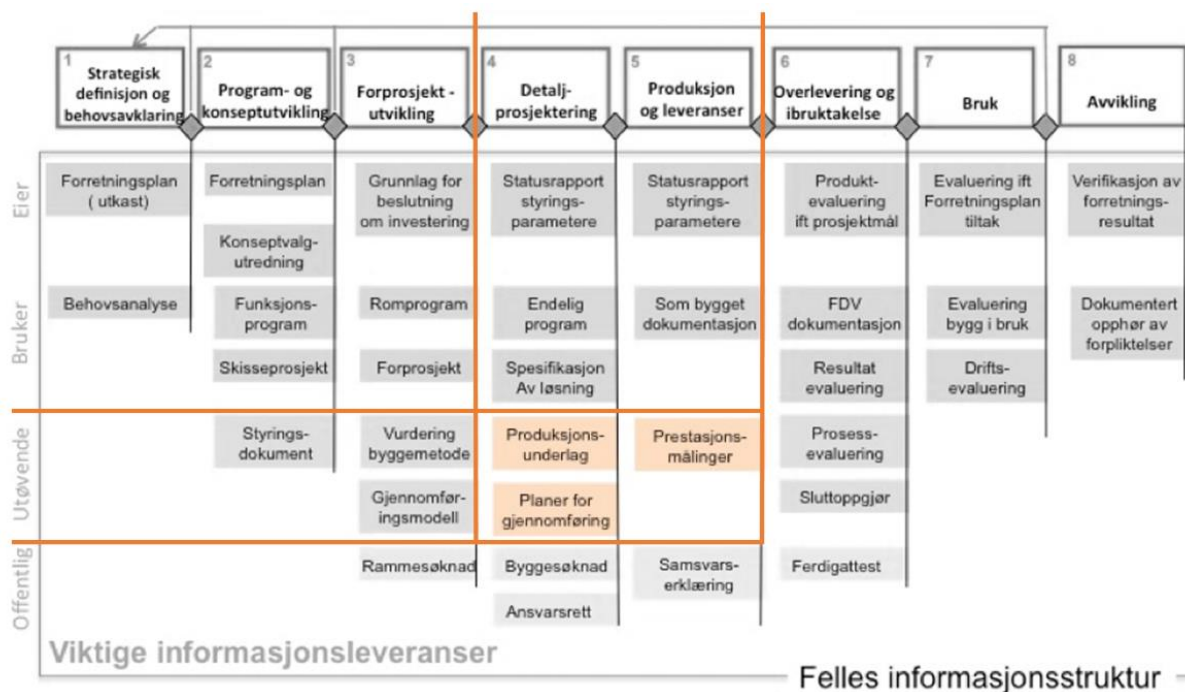
Problemstillingen for oppgaven har vært som følger:

*Hva er en god prosess for fremdriftsplanlegging?*

Hensikten med denne problemstillingen har vært å forbedre dagens fremdriftsplanlegging i lys av dagens utfordringer, tilgjengelig teori og god praksis i dagens byggebransje. Så langt har vi mange eksempler på god praksis for fremdriftsplanlegging, men sammenstillingen av den gode praksisen i en god prosess gjenstår. Dette er tema i det følgende.

I kapittel 3.3 er det redegjort for et utvalg prosjektmodeller. Disse modellene har til felles at de forsøker å strukturere byggeprosessen etter faste mønstre, med tydelige faser og faste overganger mellom fasene. Det siste tilskuddet i familien av prosjektmodeller er Bygg21 sitt rammeverk *Neste Steg* som skal danne et felles grunnlag, språk og forståelse for norsk byggebransje. Undersøkelsene gjennomført hos entreprenørene har vist at entreprenører i liten grad kjenner seg igjen i disse beskrivelsene av en virkelighet som de anser som langt mer kompleks enn det som fremkommer av modellene.

De klassiske prosjektmodellene forsøker i stor grad å strukturere byggeprosessen helt fra første idé til avhending av bygget. Dette kan til dels være årsaken til at entreprenørene i liten grad anser prosjektmodeller som *Neste Steg* som beskrivende for deres hverdag. På den annen side er ikke hensikten med *Neste Steg* å beskrive entreprenørens hverdag, men heller sette alle aktørers hverdag og virke i en kontekst som kan bidra til felles forståelse og samhandling. Som nevnt ønsker vi å forbedre dagens planlegging i lys av utfordringer og allerede god praksis. Vi ser derfor ingen grunn til å slå beina under en samlet byggebransje sitt forsøk på å løse de felles utfordringene som følger med manglende innsikt i andre aktørers hverdag og felles forståelse. Med teorien om *Neste Steg* i bakhodet ønsker vi derfor å sette entreprenørens fremdriftsplanlegging slik den omtales i denne oppgaven inn i konteksten av *Neste Steg* som vist i Figur 21.



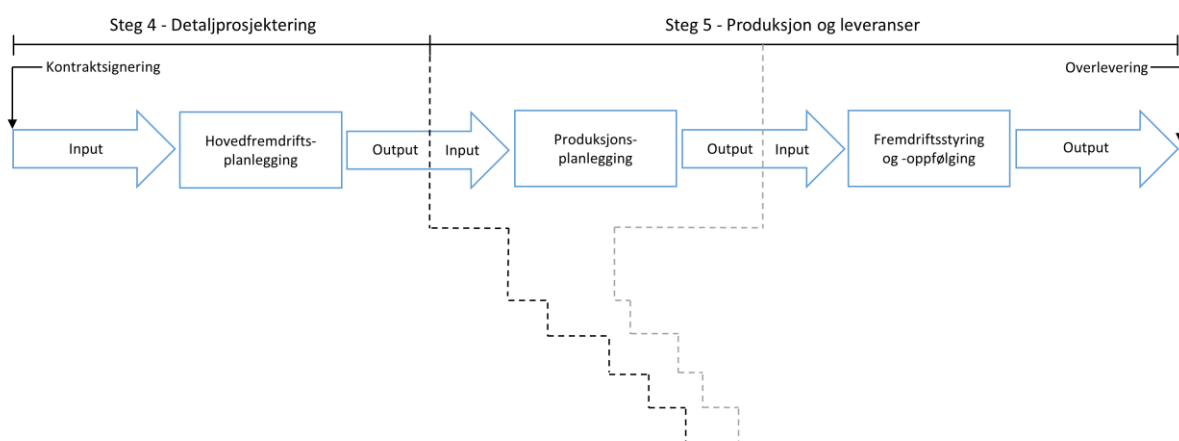
Figur 21. Entreprenørens fremdriftsplanlegging i kontekst av *Neste Steg*



Som vi ser av Figur 21 foregår entreprenørens fremdriftsplanlegging i fasene 4 *Detaljprosjektering* og 5 *Produksjon og leveranser*. Totalentreprenøren er en del av det *Utøvende* perspektivet som vi også kan se av figuren.

*Neste Steg* legger som omtalt i kapittel 3.3 opp til en forståelse av overgangen mellom to steg som informasjonsleveranser, der informasjonen produsert i et steg danner output fra dette steget og input for det påfølgende steget. Fremdriftsplanlegging i totalentrepriser har i stor grad vist seg å handle om nettopp informasjonsflyt, der planer, tegninger, beskrivelser og beslutninger til stadighet overføres mellom aktører. Av denne grunnen anser vi det som god praksis å se på fremdriftsplanlegging som en informasjonsflyt, der informasjon til stadighet produseres, kommuniseres og revideres.

Entreprenørene har tradisjonelt sett på fremdriftsplanlegging som en kontinuerlig og levende prosess uten tydelige overganger eller struktur. Litteraturen har på sin side fokusert på overordnede fasebeskrivelser og spesifikke metoder og verktøy, men i liten grad klart å samle metoder og verktøy i en prosess som samtidig forholder seg til den totale prosjektkonteksten. Ved å akseptere fremdriftsplanlegging som en flyt av informasjon mellom adskilte faser slik det gjøres i *Neste Steg* blir det mulig å innføre en strengere faseinndeling også i fremdriftsplanleggingen. Dette er bakgrunnen for at vi ønsker å sette fremdriftsplanleggingen inn i konteksten vist i Figur 22 med en egen inndeling som viser de tre fasene forfatterne har kommet frem til at fremdriftsplanleggingen i realiteten består av. Disse fasene er *hovedfremdriftsplanlegging*, *produksjonsplanlegging* og *fremdriftsstyring og -oppfølging*.

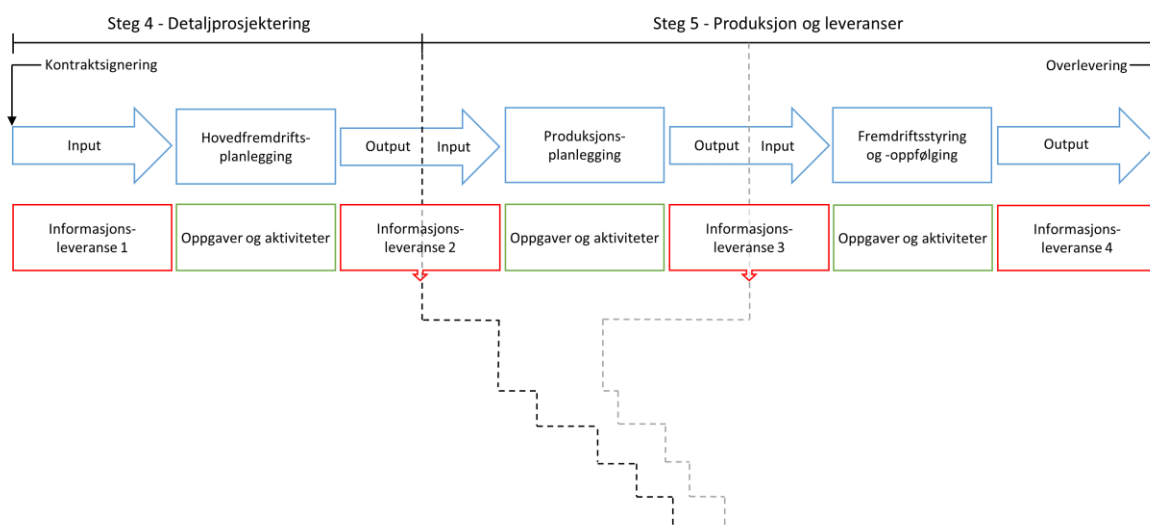


Figur 22. Prosessmodell med faseinndeling

Som nevnt over og illustrert i Figur 22 kan fremdriftsplanleggingen hos entreprenøren deles inn i tre faser i motsetning til *Neste Steg* sine to. Dette mener forfatterne er en helt nødvendig oppdeling for å beskrive fremdriftsplanlegging i produksjonsfasen og vi kommer tilbake til forklaringen på dette. Rett etter at kontrakten er signert med byggherre vil entreprenøren

påbegynne arbeidet med hovedfremdriftsplanen. Som nevnt benytter vi i likhet med *Neste Steg* en input/output-tankegang i prosessmodellen. Hovedfremdriftsplanen danner dermed input for produksjonsplanleggingen som pågår så lenge det foregår produksjon. Produksjonsplanleggingen leverer fortløpende produksjonsunderlag som grunnlag for fremdriftsstyring og -oppfølging.

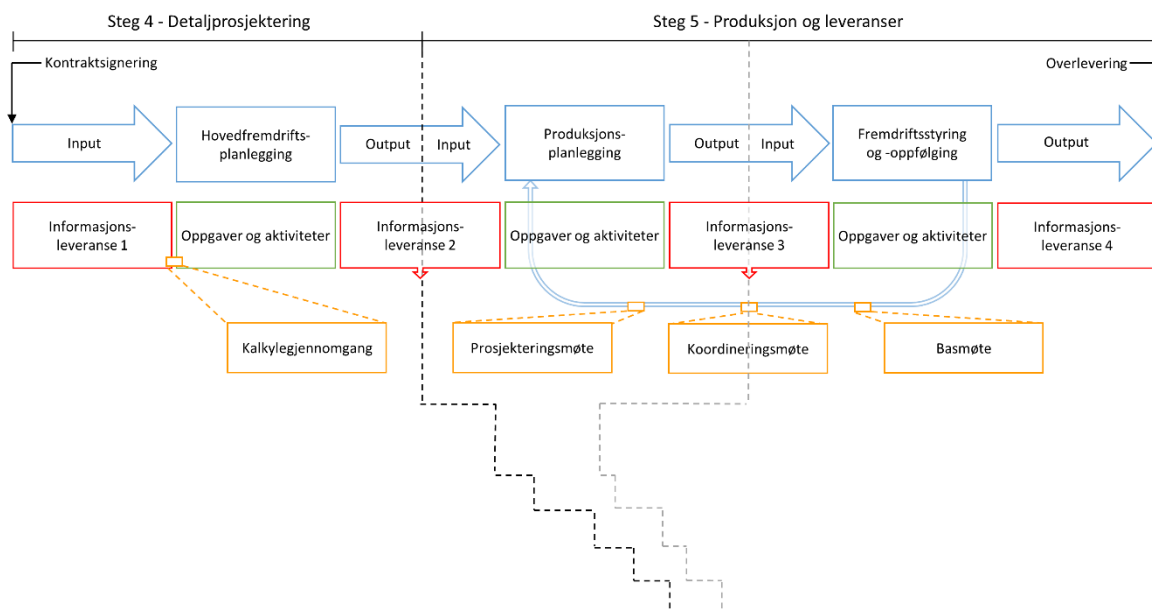
I Figur 22 ser vi at det aksepteres faseforskyvninger i overgangene mellom de tre fasene. Dette er gjort med viten og vilje selv om prosessmodellen etterstreber en tydeligere faseinndeling. Årsaken til dette er i hovedsak at virkeligheten entreprenørene beskriver ikke passer inn i perfekte faseinndelinger. Parallell prosjektering og bygging har lenge vært en velkjent sak i byggebransjen. Dette er spesielt tilfellet i totalentrepriser som en konsekvens av kontraktstrategien, men så langt forfatterne kan se har den sprikende forståelsen rundt disse overgangene skapt stor avstand mellom aktører og liten forståelse for at felles mestring av overgangene vil være til alle aktørers beste. Forfatterne mener denne aksepten av virkeligheten er helt nødvendig, men det forutsetter god styring og håndtering av overgangene mellom prosjektering, planlegging og produksjon. Dette fremfor en flytende overgang som entreprenørene forteller om i dagens planlegging eller en rigid overgang som beskrives i litteraturen. Faseforskyvningene går altså ikke på bekostning av muligheten til å skille på de tre fasene, men det er viktig med et bevisst forhold til hvilke aktiviteter som til enhver tid befinner seg i de forskjellige fasene. Faseovergangene må styres av den andre og tredje informasjonsleveransen som pilene fra informasjonsleveransene i Figur 23 viser. De forskjøvne faseovergangen illustreres også med et eksempel i den komplette prosessmodellen vi kommer tilbake til senere.



Figur 23. Prosessmodell med informasjonsleveranser og oppgaver og aktiviteter

Tankegangen med input og output danner grunnlag for å beskrive tydelige informasjonsleveranser mellom oppgaver og aktiviteter som vi kan se av Figur 23. Informasjonsleveransene knyttes tett opp mot input/output-tankegangen som tidligere beskrevet, mens oppgavene og aktivitetene relateres til de tre fasene. De spesifikke oppgavene og aktivitetene som inkluderes i hver fase og innholdet i informasjonsleveransene mellom fasene identifiseres når vi senere kommer frem til en komplett prosessmodell.

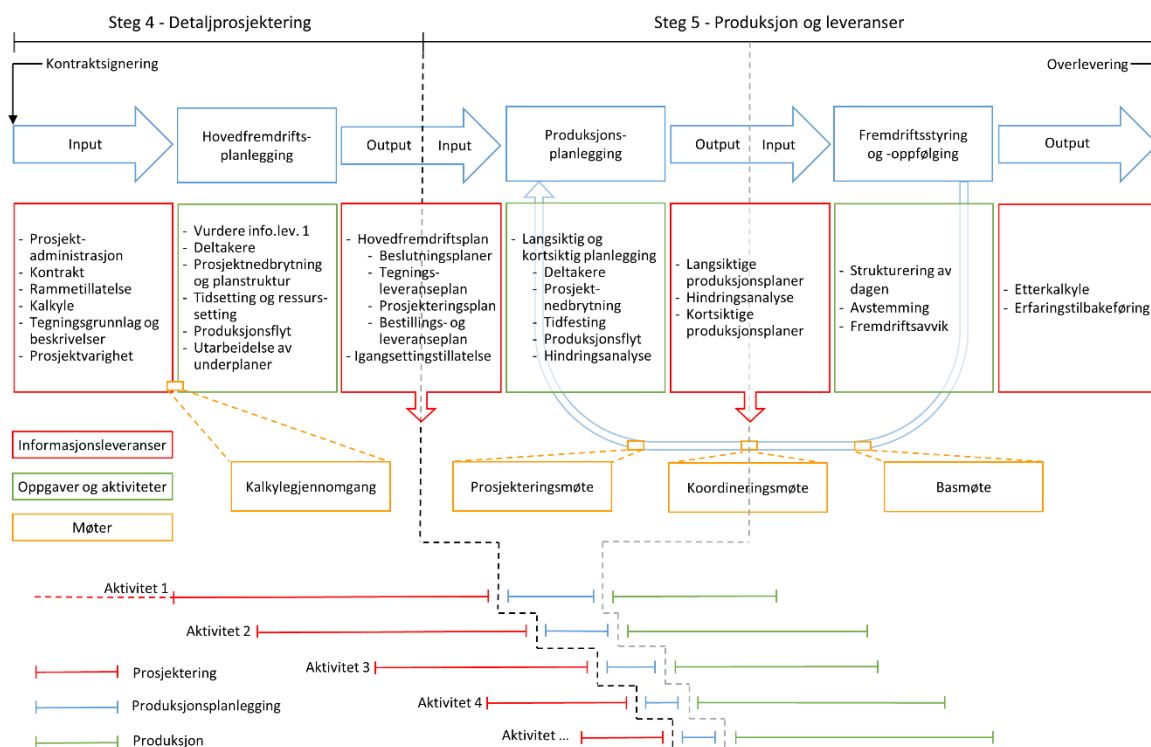
Som nevnt tidligere og som vi også kan se av Figur 23 er det i prosessmodellen innført tre faser fremfor *Neste Steg* sine to. Dette i form av at Steg 5 *Produksjon og leveranser* er delt opp i *produksjonsplanlegging* og *fremdriftsstyring og -oppfølging*. Dette mener forfatterne er en helt nødvendig oppdeling for å beskrive fremdriftsplanlegging i produksjonsfasen, da dette i stor grad er en repeterende prosess. Gjennom møtестrukturen omtalt i kapittel 5.3.7 gjentas denne prosessen ukentlig og planleggingen rullerer hele tiden gjennom en syklus bestående av planlegging, styring, oppfølging og replanlegging som fører til ukentlig oppdatering av informasjonsleveransen mellom *produksjonsplanlegging* og *fremdriftsstyring og -oppfølging*. Denne syklusen i tillegg til møtene som omtalt i kapittel 5.3.7 er i Figur 24 tilført prosessmodellen.



Figur 24. Prosessmodell med planleggingsløkke og møter

I kapittel 5.2 er grunnlaget for fremdriftsplanlegging vurdert og det er funnet frem til hva som er et godt grunnlag for fremdriftsplanlegging. Med tankegangen og informasjonsleveranser friskt i minne kan vi altså anse det omtalte grunnlaget for fremdriftsplanlegging som den informasjonen som inngår i den første informasjonsleveransen. I kapittel 5.3 er det identifisert en rekke enkeltelementer som representerer god praksis for fremdriftsplanlegging. Dette er elementer som planleggingsprosesser, fremdriftsplaner, fremdriftsstyring og -oppfølging samt

møter. Alt dette er elementer som inngår i en prosess for fremdriftsplanlegging, og når vi nå har identifisert god praksis i de ulike elementene kan vi sette dette sammen til det som må anses som en god prosess for fremdriftsplanlegging. Den komplette prosessen for god fremdriftsplanlegging er illustrert i Figur 25.



Figur 25. Prosessmodell for fremdriftsplanlegging

Som vi kan se av Figur 25 er det som tidligere lovet nå inkludert et eksempel på hvordan aktiviteter i et prosjekt kan forholde seg til de forskjellige faseovergangene. Prosessen er utformet for å håndtere slike faseforskyvninger, og vi ser nå konkret hvordan forfatterne mener disse overgangene kan håndteres og styres av planene i informasjonsleveranse 2 og 3. Hovedfremdriftsplanen med sine underplaner i den andre informasjonsleveransen styrer overgangen mellom prosjektering og produksjonsplanlegging. Produksjonsplanene i den tredje informasjonsleveransen styrer overgangen mellom produksjonsplanlegging og fremdriftsstyring og -oppfølging. På denne måten er utfordringen med parallell prosjektering, planlegging og produksjon akseptert i prosessen, men også håndtert på en måte som skal ivareta denne delen av dagens byggeprosjekters natur.

Av Figur 25 fremgår det nå også hvilke oppgaver og aktiviteter de tre fasene inneholder, samt hvilken informasjon som inngår i de fire informasjonsleveransene. Produksjonsfasens iterative natur er håndtert i prosessen ved å innføre den omtalte planleggingsløkken med møtene som benyttes for å styre produksjonsplanleggingen.

Basert på det gjennomførte arbeidet har vi nå kommet frem til en komplett modell som beskriver en god prosess for fremdriftsplanlegging i totalentrepriser. Med utgangspunkt i dagens planlegging har vi samlet kunnskap og teori som til sammen har gitt grunnlag for å utarbeide prosessmodellen som også er presentert som helsides figur i Vedlegg 5. Da erfaringsoverføring og læring har vist seg som viktige suksessfaktorer i byggebransjen og samarbeidsbedriftene har ytret ønske om at prosessbeskrivelsen skal være tilgjengelige for planleggere i en travel hverdag i byggebransjen, har forfatterne utarbeidet en veileder som beskriver prosessen. Denne introduseres ytterligere i kapittel 7.

(blank side)

## 6 Konklusjon

Der andre norske næringer har opplevd en økning i produktiviteten har byggebransjen opplevd en nedgang. Det påvises gjentakende og store forsinkelser i bransjen, og god fremdriftsplanlegging og kommunikasjon trekkes frem som suksessfaktorer i byggeprosjekter. Videre kan både prosjektoppgaven utarbeidet høsten 2016 og litteraturen bekrefte at de fleste som driver med fremdriftsplanlegging er selvlærte, og at de har opparbeidet seg erfaringen ved å fremdriftsplanlegge over lang tid. Litteraturen påpeker viktigheten av organisatorisk læring, og noen mener erfaringsoverføring er den mest undervurderte og oversette oppgaven etter at et prosjekt er avsluttet. I tillegg besitter dagens fremdriftsplanleggere store mengder taus kunnskap. Det ligger et stort potensiale i å gjøre denne kunnskapen eksplisitt for å stimulere til videreutvikling av fremdriftsplanlegging som fagområde.

Basert på undersøkelser av litteratur og byggebransje har vi gjennom den foregående oppgaven besvart forskningsspørsmålene og problemstillingen gjennom identifikasjon av utfordringer i dagens fremdriftsplanlegging, redegjørelse for relevant teori og resultatene fra casestudiene. Oppgaven har hatt til hensikt å skape økt bevissthet rundt fremdriftsplanlegging i bransjen og bidra til kontinuerlig forbedring av dagens praksis gjennom en problemstilling som etterspør *en god prosess for fremdriftsplanlegging*. Denne prosessen er identifisert og beskrevet ved å samle god praksis for fremdriftsplanlegging fremstilt som en prosessbeskrivelse i en veileder. Arbeidet er gjennomført i samarbeid med bedriftene Betonmast Innlandet AS og Ø.M. Fjeld AS.

I arbeidet er det kartlagt utfordringer knyttet til dagens fremdriftsplanlegging. Dersom disse identifiseres og håndteres danner de et godt utgangspunkt for å utarbeide en beskrivelse av en god prosess for fremdriftsplanlegging. Utfordringene som fremkom under litteraturstudiet og datainnhentingene går i hovedsak ut på totalentreprenørens håndtering av prosjektgrunnlag og forutsetninger, beslutningtakere, selve fremdriftsplanleggingen, samt fremdriftsstyring og -oppfølging. Blant viktige utfordringer finner vi for lite tid avsatt hos totalentreprenøren til å sette seg inn i prosjektdokumentene, dårlig informasjonsflyt mellom kalkulatøren og prosjektadministrasjonen, liten grad av involvering av de ulike aktørene i utarbeidelsen av fremdriftsplaner, samt unøyaktig tidsetting av underentreprenørene sine aktiviteter. Det er også en utfordring at det i enkelte tilfeller planlegges på et lite definert grunnlag som kan føre til lite realistiske planer som raskt kan miste deltakernes tillit.

Det er mange forhold og forutsetninger som kan påvirke planleggingen i byggeprosjekter og i praksis er det utfordrende å ha full kontroll over alle disse. Blant viktige forhold og forutsetninger finner vi kontrakten mellom entreprenør og byggherre, lover, regler og offentlig saksbehandling, tegningsgrunnlag og beskrivelser, kalkyle og prosjektnedbrytningsstruktur samt en rekke lokale forhold som tilknytning til forskjellig infrastruktur og plassen som er til

rådighet. Alle disse forholdene og forutsetningene kan ikke nødvendigvis påvirkes av entreprenøren, men entreprenørene kan veie opp for sin manglende påvirkningsmulighet ved alltid å ha kontroll på tilgjengelig informasjon. Samtidig virker det som god praksis at entreprenøren alltid etterstreber et så komplett og detaljert informasjonsgrunnlag som mulig.

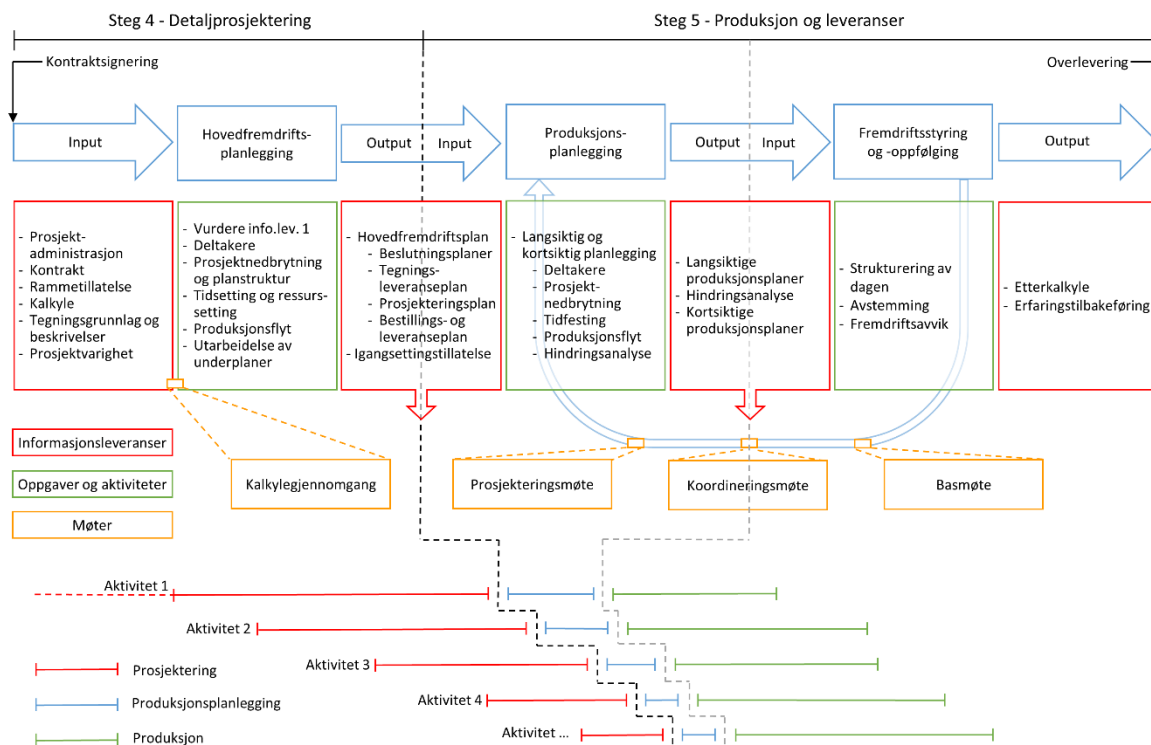
I vurderingen av hva som er god praksis er følgende kriterier lagt til grunn; god praksis løser utfordringer i dagens fremdriftsplanlegging og god praksis bidrar til prosjektsuksess. Blant faktorene som bidrar til prosjektsuksess finner vi god kommunikasjon og systemer som tilrettelegger for dette, innsats som legges ned i planleggingen og ferdighetene til de som planlegger, samt gode rutiner for beslutninger og erfaringsoverføring.

Det er viktig å ha et bevisst forhold til de ulike fremdriftsplanene og hvordan disse forholder seg til hverandre. Hovedfremdriftsplanen skal være det styrende dokumentet, og ut ifra denne utarbeides det langsiktige og kortsiktige produksjonsplaner. Dette planhierarkiet ivaretar prinsippet om detaljering i forhold til planens tidshorisont, hvilket bidrar til økt sikkerhet i planene. Når det kommer til prosjektnedbrytning anses det som god praksis med en lokasjonsbasert nedbrytning på et høyt nivå i planen da det muliggjør en godt strukturert arbeidsflyt uten at det krever høy detaljeringsgrad i planen før den nødvendige informasjonen foreligger. Etterhvert som mer og sikrere informasjon blir kjent kan planleggingen på kortere sikt baseres på en mer aktivitetsbasert prosjektnedbrytning.

Det anses som god praksis å benytte en tredelt møtestruktur med prosjekteringsmøte, koordineringsmøte og basemøte. Det er viktig at møtene holdes korte med en tydelig agenda og færre involverte aktører. De tre ovennevnte møtene styres av hver sin fremdriftsplan som agenda, og dette gjør det enklere for deltakerne å stille forberedt til møtet. I tillegg til den tredelte møtestrukturen er det nødvendig med en kalkylegjennomgang før hovedfremdriftsplanleggingen påbegynnes, der kalkulator og prosjektadministrasjon går igjennom prosjektdokumenter, kontrakt og kalkyle. For å sikre sammenheng mellom de ulike møtene og fremdriftsplanene er en strukturert fremdriftsstyring og -oppfølging nødvendig. Dette innebærer å styre og kontrollere hovedfremdriftsplanen ved bruk av ovennevnte møter, langsiktige og kortsiktige produksjonsplaner, rapportering av endringer og kontinuerlig oversikt over prosjektet. Dette trekkes av litteraturen frem som en viktig faktor for prosjektsuksess.

Med utgangspunkt i dagens fremdriftsplanlegging har vi i lys av de identifiserte utfordringene og faktorene som bidrar til prosjektsuksess identifisert god praksis fra litteratur og bransje. Den gode praksisen er deretter samlet i en prosessmodell for fremdriftsplanlegging. Prosessmodellen i Figur 26 er resultatet av det gjennomførte arbeidet og finnes også som helsides figur i Vedlegg 5.





Figur 26. Komplette modell for fremdriftsplanlegging

Modellen beskriver fremdriftsplanleggingen i totalentrepriser fra kontraktisering til overlevering ved hjelp av konkrete faser som avgrenses av tydelige informasjonsleveranser. Input/output-tankegangen fra Bygg21 sitt rammeverk *Neste Steg*, der informasjonen utarbeidet i en fase danner grunnlag for den påfølgende fasen, er benyttet i modellen. Faseinndelingen i *Neste Steg* er noe modifisert for å ta høyde for produksjonsfasens iterative natur der møtestrukturen for fremdriftsplanlegging styrer en syklus av planlegging, styring, oppfølging og replanlegging. Overgangen mellom de tre fasene i fremdriftsplanleggingen styres av den andre og tredje informasjonsleveransen og modellen strukturerer på denne måten de ellers lite definerte overgangene mellom fasene i fremdriftsplanleggingen.

Prosessmodellen har hatt til hensikt å løse utfordringer i dagens planlegging samtidig som den skal bidra til prosjektsuksess. Flere utfordringer kan anses som løst og prosessmodellen bidrar i stor grad til prosjektsuksess gjennom å oppfordre til effektiv og god kommunikasjon, samarbeid og involvering, tydelig informasjonsflyt og samling av erfaring og kunnskap. I sin tur skal dette bidra til oppfyllelse av målhierarkiet definert i kapittel 1. Resultatmålet kan anses oppfylt uten videre begrunnelse enn den vedlagte veilederen. Når det kommer til effektmålene har forfatterne utvilsomt lært mye om fremdriftsplanlegging, men det er vanskeligere å avgjøre om vi har skapt økt bevissthet rundt fremdriftsplanlegging og kontinuerlig forbedring i byggebransjen. Samtidig har intervjuobjektene vist tydelige tegn til refleksjon rundt egen planlegging og det er derfor god grunn til å anse effektmålet som delvis oppfylt. Testing av

veilederen i bransjen vil kunne øke oppfyllelsen av dette målet. Det er utfordrende å vurdere oppfyllelsen av samfunns målet, men dersom veilederen gjennom testing i bransjen viser seg å bidra til bedre og sikrere fremdriftsplanlegging som kan føre til at flere prosjekter fullføres innenfor den planlagte tiden vil dette målet også kunne vurderes som oppfylt.

Som følge av ansvarsfordelingen i en totalentreprise vil ansvaret for den beskrevne prosessen hvile på totalentreprenøren. Hvordan dette vil utarte seg i andre entrepriseformer er ikke undersøkt, men med de rette tilpasninger og endret ansvarsfordeling kan ikke forfatterne se noe i veien med å utvikle modellen i retning av uavhengighet fra kontraktstrategier og entrepriseformer. En annen potensiell mangel i arbeidet er personlige preferanser hos fremdriftsplanleggere. Det omfattende erfaringsgrunnlaget til dagens planleggere kan gjøre dem i stand til å planlegge godt uavhengig av veilederen, men selv erfarne planleggere kan oppmuntres til refleksjon rundt egen praksis. Samtidig er det god grunn til å tro at uerfarne planleggere vil kunne oppnå en raskere læringskurve ved å få en klar forståelse av prosessen for fremdriftsplanlegging tidlig i karrieren. Testing av veilederen i bransjen er nok en gang et viktig gjøremål for å avgjøre prosessbeskrivelsens effekt på fremdriftsplanleggingen i byggebransjen.

## **7 Introduksjon av *Veileder til en god prosess for fremdriftsplanlegging i totalentrepriser***

Som presentert i introduksjonen i kapittel 1 fremkom det et ønske fra samarbeidsbedriftene om at arbeidet skulle resultere i en veileder som beskriver en god prosess for fremdriftsplanlegging. Etterhvert som vi har arbeidet med oppgaven har vi sett at teorien understreker behovet for konkretisering av taus kunnskap og dette samsvarer godt med det vi har sett i undersøkelsene; dagens planleggere sitter på uvurderlige mengder erfaring, men denne konkretiseres og overføres i bemerkelsesverdig liten grad. Således har både litteratur og undersøkelser bidratt til å bekrefte og underbygge bedriftenes ønske.

Et viktig hensyn i utarbeidelsen av veilederen er at bransjen har virket lite åpen for radikale endringer. Derfor er prosessen som beskrives i veilederen utarbeidet med et tydelig fotfeste i dagens arbeidsmåte og denne er forsøkt forbedret med velbegrunnede endringer basert på både teori og de gjennomførte undersøkelser. Det er lagt vekt på å implementere gode prinsipper fra teorien i det beste som er kommet frem i undersøkelsene av dagens praksis.

I veilederen er det beskrevet det som anses som en god prosess for fremdriftsplanlegging. Det følger også kortfattede beskrivelser av de ulike elementene i prosessen for å gi en enkel oversikt over konkrete tips og gode løsninger. Veilederen følger en proaktiv tilnæringsmåte til fremdriftsplanlegging. I dette ligger at fokuset er på gode løsninger som bidrar til en suksessfull planlegging fremfor reaktiv håndtering av problemer som dukker opp i løpet av prosjektet. Slike problemer skal i utgangspunktet forebygges ved å følge prosessen beskrevet i veilederen.

Veilederen er ment å kunne brukes som et selvstendig dokument, men det er ikke til å utelukke at selve masteroppgaven vil kunne supplere og utdype veilederen. Dette er spesielt tilfellet der leseren er interessert i en bredere forståelse enn det som anses som beste praksis og dermed er presentert i veilederen. Verdt å merke seg er at det ikke er utarbeidet en egen referanseliste til veilederen. Dette fordi veilederen er et resultat av denne oppgaven og ikke inneholder direkte referanser til annen litteratur. Interesserte lesere kan likevel benytte referanselisten i denne oppgaven som informasjonskilde for temaer som ikke er tilstrekkelig dekket for deres behov i oppgaven.

Veilederen til en god prosess for fremdriftsplanlegging er vedlagt oppgaven i Vedlegg 6. Vi har tro på at vi har kommet frem til et produkt som kan brukes som det er, men også gi et godt grunnlag for eventuell videreutvikling. Veilederen anbefales trukket ut av oppgaven og eventuelt reformatert til et mer anvendelig format ved aktiv bruk i byggebransjen.

(blank side)

## 8 Videre arbeid

I arbeidet med oppgaven har vi forsøkt å komme frem til en veileder som beskriver en god prosess for fremdriftsplanlegging i byggebransjen. Vi har undersøkt teori og praksis for fremdriftsplanlegging i byggebransjen, og basert på dette identifisert god praksis som inngår i prosessbeskrivelsen. Det er gått bredt ut i det teoretiske grunnlaget og det er undersøkt fremdriftsplanlegging i fire boligprosjekter organisert som totalentrepriser. Det gjennomførte arbeidet er ikke ufeilbarlig og det har underveis dukket opp spørsmål og temaer som med fordel kan undersøkes videre. Både i forhold til å bygge videre på dette arbeidet, men også i forhold til helt andre temaer innenfor fremdriftsplanlegging. Forskningsgrunnlaget kan også utvides for å kunne øke sikkerheten og kvaliteten i resultatet, både innholdsmessig og i forhold til relevans for hele byggebransjen og også eventuelt utover landegrensene. I det følgende presenteres forslag til videre arbeid.

### Videre arbeid i forhold til den utarbeide veilederen:

- Veilederen er ikke testet ut i praksis. Dette bør gjennomføres for å kvalitetssikre innholdet.
- Veilederens praktiske forankring er mot boligprosjekter organisert som totalentrepriser. Relevans i forhold til andre typer prosjekter og entreprisereformer kan med fordel undersøkes slik at veilederen kan kvalitetssikres og eventuelt videreutvikles slik at den blir uavhengig av entreprisereform og prosjekttipe.
- Veilederen er utviklet for å beskrive en god prosess for fremdriftsplanlegging, hvilket innebærer at den ikke går dypt i beskrivelser av metoder og verktøy. Detaljerte beskrivelser av verktøy og metoder som kan benyttes sammen med prosessen vi har beskrevet kan med fordel implementeres i veilederen.

### Videre arbeid i forhold til fremdriftsplanlegging:

- Fremdriftsplanlegging er og blir et omfattende tema og alle aspekter ved fremdriftsplanlegging kan potensielt være gjenstand for videre undersøkelser. Fagområdet er gammelt og grunnlaget enormt, både i litteratur og praksis slik at det er gode muligheter for undersøkelser av spesifikke så vel som overordnede temaer, men den store mangelen ser ut til å ligge i tilgjengeliggjøring av teori og innsamling av erfaring.
- I arbeidet har vi fått inntrykk av at bruken av akkord skaper vanskeligheter for overføring av timeverk fra kalkyle til fremdriftsplanlegging og tilbake til regnskapet. Det kan se ut som varigheten av aktiviteter og dermed prosjektet feilvurderes som følge av akkordens insentiv for økt effektivitet.

### Videre arbeid i forhold til byggeprosjekter generelt:

- Definisjoner av prosjekter hevder prosjekter må være unike. Følgelig krever definisjonen av prosjekt at et byggeprosjekt må være unikt for å kunne kalles et prosjekt. Det hevdes ofte at byggeprosjekter er unike og at det er det som gjør byggebransjen vanskelig og komplisert. Gjør denne prosjektdefinisjonen at vi overkompliserer byggeprosjekter og ser etter det unike i hvert prosjekt fremfor å se etter det som gjentar seg? Vår hypotese er at alle prosjekter kan brytes ned til et nivå hvor de fleste enkeltelementer er bygd eller produsert før, hvilket vil kunne hjelpe bransjen med produktivetsforbedring da det gir mulighet for større grad av regularitet i både planlegging og produksjon.

## Referanseliste

- Al Nasser, H.A., Widen, K., Aulin, R. (2016). *A taxonomy of planning and scheduling methods to support their more efficient use in construction project management*. J. Eng. Des. Technol. 14, 580–601.
- Al-Momani, A.H. (2000). *Construction delay: a quantitative analysis*. Int. J. Proj. Manag. 18, 51–59.
- AlSehaimi, A., Tzortzopoulos Fazenda, P., Koskela, L. (2014). *Improving construction management practice with the Last Planner System: a case study*. Eng. Constr. Archit. Manag. 21, 51–64.
- Andersen, B., Kvalheim, E.V., Volden, G.H. (2016). *Prosjektmodeller og prosjekteierstyring i statlige virksomheter* (No. 50), Concept. Trondheim.
- Andersson, L., Farrell, K., Moshkovich, O., Cranbourne, C. (2016). *Implementing Virtual Design and Construction using BIM: Current and future practices*. Routledge.
- Andersson, N., Christensen, K. (2007). *Practical Implications of Location-Based Scheduling*. Constr. Manag. Econ. 1, 1367–1376.
- Arbeidsmiljøloven (2005). *Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven) - Lovdata* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62> (lest 07.06.17).
- Arksey, H., O'Malley, L. (2005). *Scoping studies: towards a methodological framework*. Int. J. Soc. Res. Methodol. 8, 19–32.
- Armstrong, G. (2015). *Global Construction Survey 2015: Climbing the curve | KPMG | GLOBAL*. KPMG.
- Assaf, S.A., Al-Hejji, S. (2006). *Causes of delay in large construction projects*. Int. J. Proj. Manag. 24, 349–357.
- Atkinson, R. (1999). *Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria*. Int. J. Proj. Manag. 17, 337–342.
- Aveyard, H. (2014). *Doing a Literature Review in Health and Social Care : A Practical Guide*. McGraw-Hill Education, Maidenhead.
- Azhar, S. (2011). *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry*. Leadersh. Manag. Eng. 11.
- Baldwin, A., Bordoli, D. (2014). *A Handbook for Construction Planning and Scheduling*, 1. utgave. Wiley Blackwell, Somerset, GB.

- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control* (Doktorgradsavhandling). The University of Birmingham.
- Ballard, G., Howell, G. (2003). *Lean project management*. Build. Res. Inf. 31, 119–133.
- Birkeland, J. (2014). *Rapport om BIM, OPS og samspill* | standard.no [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/kontrakter-og-blanketter/2013/rapport-om-bim-ops-og-samspill/> (lest 12.10.16).
- Bygg21 (2015). *Bygg21 Fasenormen Neste steg*. Bygg21 og Norsk eiendom, Oslo.
- Bygg21 (u.å). *Mandat Bygg21* [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg21.no/-contentassets/9808d134d4394e6d8760f14e5d5c7c61/mandat-bygg21-styret.pdf> (lest 06.06.17).
- Byggesaksforskriften (2010). *Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften) - Lovdata* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-488> (lest 22.05.17).
- Byggherreforskriften (2009). *Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (byggherreforskriften) - Lovdata* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-08-03-1028> (lest 07.12.16).
- Chan, A.P.C., Scott, D., Chan, A.P.L. (2004). *Factors Affecting the Success of a Construction Project*. J. Constr. Eng. Manag. 130, 153–155.
- Cooke, B., Williams, P. (2009). *Construction Planning, Programming and Control*. John Wiley & Sons.
- Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving*, 5. utgave. Gyldendal Akademisk, Oslo.
- DiBK (2011). *Byggesaksforskriften (SAK10) - Veiledning om byggesak* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggeregler/sak/> (lest 22.05.17).
- Diekmann, J.E., Krewedl, M., Balonick, J., Stewart, T., Won, S. (2004). *Application of Lean Manufacturing Principles to Construction*. The Construction Industry Institute: The University of Texas, Austin, Texas.
- Drevland, F. (2016). *Communication and Teams*. (NTNU)
- EBA, Brodtkorb, H.C. (2015). *Veileder om samspillsentreprise*.
- Eikeland, P.T. (1999). *Teoretisk analyse av byggeprosesser (Forprosjektrapport), Felles teorigrunnlag for organisering av byggeprosesser*.
- Elsevier (2016). *About Elsevier* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.elsevier.com/about> (lest 05.10.16).



- Elsevier, 2017. *International Journal of Project Management* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-project-management> (lest 6.9.17).
- Emerald (2016). *Emerald - About Us* [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.emeraldgroupublishing.com/about/index.htm> (lest 05.10.16).
- Fischer, M., Kunz, J. (2004). *The Scope and Role of Information Technology in Construction* (No. 156), CIFE Technical Reports. Stanford University.
- Fjelldal, T., Moe, H.L. (u.å). *Anbudsprosessen*.
- FOA (2006) *Forskrift om offentlige anskaffelser – Lovdata* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokuemnt/SF/forskrift/2006-04-07-402> (lest 07.12.16)
- Fortune, J., White, D. (2006). *Framing of project critical success factors by a systems model*. *Int. J. Proj. Manag.* 24, 53–65.
- Frandsen, A., Berghede, K., Tommelein, I.D. (2013). *Takt Time Planning for Construction of Exterior Cladding*. Presented at the 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, pp. 527–536.
- Frandsen, A., Berghede, K., Tommelein, I.D. (2014). *Takt-Time Planning and the Last Planner*. Proc. IGLC-22 June 2014 Oslo: Norge.
- Fugar, F.D., Agyakwah-Baah, A.B. (2010). *Delays in Building Construction Projects in Ghana*. *Constr. Econ. Build.* 10, 103–116.
- Goldratt (2012). *Critical Chain Project Management* [Internett]. Tilgjengelig fra: [http://www.goldratt.co.uk/resources/critical\\_chain/](http://www.goldratt.co.uk/resources/critical_chain/) (lest 12.12.16).
- Gomnæs, L.C. (2016). *Økonomi i byggeprosjekter i Statsbygg*.
- Halleraker, S. (2014). *Fremdriftsplanlegging i bygge-og anleggsproduksjon: Et kompendium for emnet TBA4130 Produksjonsteknikk i BA-prosjekt* (Masteroppgave). NTNU, Trondheim.
- Harris, R.B., Ioannou, P.G. (1998). *Repetitive Scheduling Method* (No. 98–35), UMCEE Report. Civil and Environmental Engineering Department, University of Michigan.
- Heesom, D., Mahdjoubi, L. (2004). *Trends of 4D CAD applications for construction planning*. *Constr. Manag. Econ.* 22, 171–182.
- Heinonen, A., Seppänen, O. (2016). *Takt Time Planning*. Proc. 24th Annu. Conference Int. Group Lean Constr.
- Howell, G. (1999). *What is Lean Construction*. Proc. IGLC-7 July 1999 Berkeley USA 7, 1–10.

- Jacobsen, D.I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, 2. utgave. Høyskoleforlaget, Kristiansand.
- Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Stanford University.
- Kvale, S., Brinkmann, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju*. Gyldendal Akademisk, Oslo.
- Langlo, J.A., Bakken, S., Karud, O.J., Andersen, B. (2013). *Problemnotat - Måling av produktivitet og prestasjoner i byggenæringen*.
- Larsen, A.K. (2007). *En enklere metode - Veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode*, 1. utgave. Fagbokforlaget, Bergen.
- Lædre, O. (2012). *Gjøre det selv eller betale andre for jobben* (No. 3), Concept temahefte. Trondheim.
- Lædre, O., (2014). *Kontraktstrategi for bygg- og anleggsprosjekter*, 1. utgave. Fagbokforlaget, Trondheim.
- Marquardt, M. (2011). *Building the Learning Organization: Achieving Strategic Advantage through a Commitment to Learning*. Nicholas Brealey Publishing.
- Meld.St. 28 (2011-2012) *Gode bygg for eit betre samfunn*
- Nilsen, C. (2014). *Suksess i byggebransjen* (Masteroppgave). NTNU, Trondheim.
- Nonaka, I. (1994). *A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation*. Organ. Sci. 5, 14–37.
- NOU 2015:14. *Bedre beslutningsgrunnlag, bedre styring*.
- NPI (2016). *Norsk publiseringsindikator* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://npi.nsd.no/> (lest 21.02.17).
- NS 3451:2009 *Bygningsdelstabell*.
- NS-EN 13670:2009 + NA:2010 *Utførelse av betongkonstruksjoner*.
- NTNU (2016). *Kildekritikk - VIKO*, NTNU [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk> (lest 15.02.17).
- Odeh, A.M., Battaineh, H.T. (2002). *Causes of construction delay: traditional contracts*. Int. J. Proj. Manag. 20, 67–73.
- Olawale, Y.A., Sun, M. (2010). *Cost and time control of construction projects: inhibiting factors and mitigating measures in practice*. Constr. Manag. Econ. 28, 509–526.

- Oria (2016). *Om oria* [Internett]. Tilgjengelig fra: [https://bibsyst-almaprimo.hosted.exlibrisgroup.com/primo\\_library/libweb/action/dlDisplay.do?vid=N\\_TNU\\_UB&afterPDS=true&docId](https://bibsyst-almaprimo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/dlDisplay.do?vid=N_TNU_UB&afterPDS=true&docId) (lest 05.10.16).
- Patrick, C. (2004). *Construction Project Planning and Scheduling*. Pearson/Prentice Hall.
- Pinto, J.K., Slevin, D.P. (1987). *Critical factors in successful project implementation*. IEEE Trans. Eng. Manag. EM-34, 22–27.
- Plagiarism (2014). *What's a citation?* [Internett]. Plagiarismorg - Best Pract. Ensuring Orig. Writ. Work. Tilgjengelig fra: <http://www.plagiarism.org/citing-sources/whats-a-citation/> (lest 06.10.16).
- Plan- og bygningsloven (2008). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) - Lovdata* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71> (lest 22.05.17).
- PMI (2008). *A guide to the project management body of knowledge*, Fourth Edition. ed. Project Management Institute.
- Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. University of Chicago Press.
- Randmæl, T. (2011). *Erfaringsoverføring i byggebransjen. Knowledge Transfer in the Construction Industry*.
- Rolfesen, M. (2014). *Lean blir norsk - Lean i den norske samarbeidsmodellen*, 1. utgave. Fagbokforlaget, Trondheim.
- Rolstadås, A. (2004). *Praktisk prosjektstyring*, 5. utgave. Tapir Akademiske Forlag, Trondheim.
- Rolstadås, A., Olsson, N., Johansen, A., Langlo, J.A. (2014). *Praktisk prosjektledelse*, 2. utgave. Fagbokforlaget, Trondheim.
- Saad, M., Baba, S., Amoudi, O. (2015). *A Suggested Solution to Improve the Traditional Construction Planning Approach*. Jordan J. Civ. Eng. 9.
- Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., Minkarah, I. (2006). *Lean Construction: From Theory to Implementation*. J. Manag. Eng. 22, 168–175.
- Samset, K. (2008). *Prosjekt i tidligfasen - Valg av konsept*, 1. utgave. Fagbokforlaget.
- Samset, K. (2014). *Forskningsmetodekurset 2014*.
- Samset, K., Volden, G.H. (2013). *Statens prosjektmodell* (No. 35), Concept temahefte. Trondheim.
- Statsbygg (u.å). *LEAN BYGGING-en enkel oversikt*.

- Svalestuen, F., Frøystad, K., Drevland, F., Ahmad, S., Lohne, J., Lædre, O. (2015). *Key Elements to an Effective Building Design Team*. *Procedia Comput. Sci.* 64, 838–843.
- Tjora, A. (2012). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*, 2. utgave. Gyldendal Akademisk, Oslo.
- Womack, J.P., Jones, D.T. (1996). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster, New York.
- Yin, R.K. (2014). *Case Study Research - Design and Methods*, 5. utgave. SAGE Publications, USA.
- Zwikael, O. (2009). *Critical planning processes in construction projects*. *Constr. Innov. Inf. Process Manag.* 9, 372–387.
- Zwikael, O., Globerson, S. (2006). *From Critical Success Factors to Critical Success Processes*. *Int. J. Prod. Res.* 44, 3433–3449.
- Ørstavik, F., Røsdal, T. (2011). *Kommunikasjon i byggeprosjekter*. NIFU.

## **Vedlegg**

Vedlegg 1 – Intervjuguide 1

Vedlegg 2 – Intervjuguide 2

Vedlegg 3 – Intervjuguide 3

Vedlegg 4 – Intervjuguide 4

Vedlegg 5 – Hellsides figur av prosessmodell

Vedlegg 6 – Veileder til en god prosess for fremdriftsplanlegging i totalentrepriser

## Vedlegg 1 - Intervjuguide 1

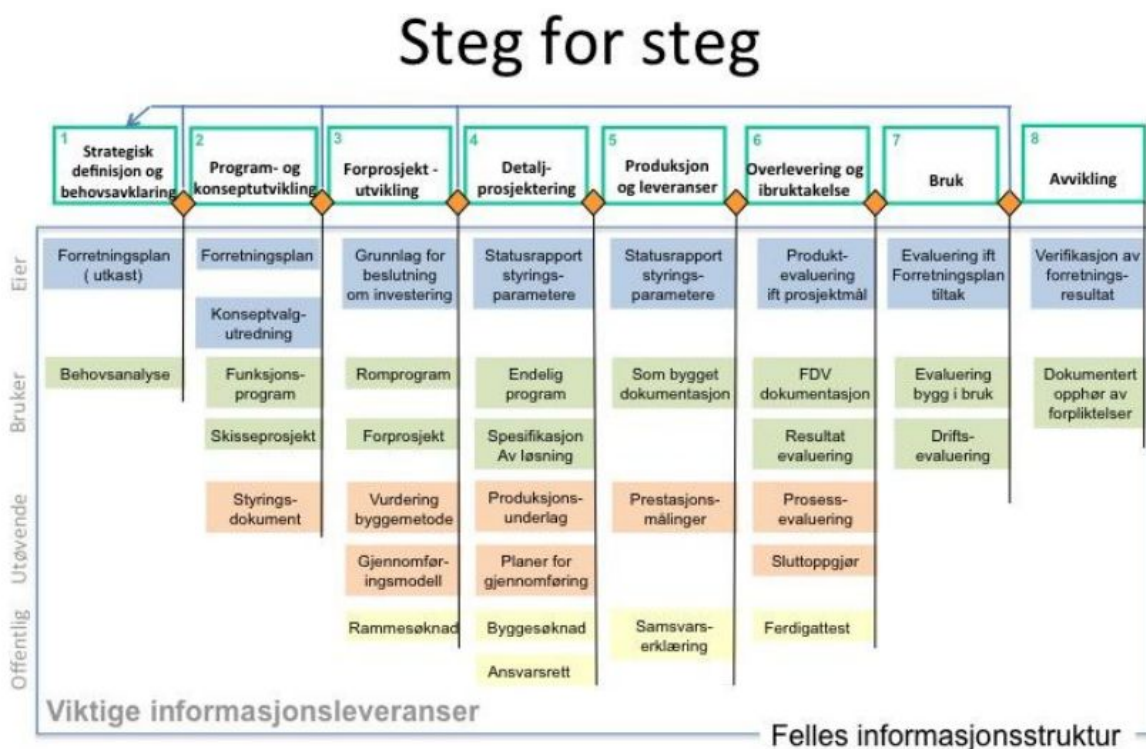
### Intervjuguide - Fremdriftsplanlegging i totalentrepriser

#### - Mobiliseringsfase/detaljprosjektering - produksjonsunderlag

Som grunnlag for inndeling av intervjuene og veilederen vi utarbeider benytter vi Bygg21 sitt nylig definerte rammeverk *Neste Steg*. Dette er et rammeverk som beskriver byggeprosessen over tid gjennom åtte steg fra start til avvikling. *Neste Steg* belyser også byggeprosessen gjennom fire ulike perspektiver; eier-, bruker-, utøvende- og offentlig perspektiv. *Neste Steg* benyttes som rammeverk fordi dette er resultatet av arbeidet gjennomført av en samlet byggebransje i 2015. *Neste Steg* skal bidra til:

- Bedre informasjonsflyt mellom aktørene.
- Øke produktivitet og verdiskapning.
- Øke forståelsen for ulike perspektiver og helheten.
- Felles begrepsbruk for bygg- og anleggsprosjekter.

Hovedtrekkene i *Neste Steg* er oppsummert i følgende figur:



Fremdriftsplanlegging i et entreprenørperspektiv foregår i hovedsak i stegene 4 og 5 i *Neste Steg*. Entreprenørperspektivet er sammenfallende med det utøvende perspektivet i modellen, selv om dette også omfatter prosjekterende og leverandører. Totalentreprenører fungerer i de fleste tilfeller som en koordinator internt i det utførende perspektivet, men også som koordinator overfor de andre perspektivene.

Mer informasjon om fasenormen *Neste Steg* finnes på Bygg21 sin hjemmeside:

<http://www.bygg21.no/no/resultater/fasenormen-neste-steg/>

## Vedlegg 1 - Intervjuguide 1

### Mål for intervjuet

Med den omtalte konteksten i tankene vil vi i dette intervjuet fokusere på steg 4, detaljprosjektering (tidligere omtalt som mobiliseringsfase), i *Neste Steg*. Dette steget vil behandles i to intervjuer, der dette første intervjuet vil fokusere på informasjonsleveransen omtalt som *Produksjonsunderlag*. I det neste intervjuet vil fokus flyttes til informasjonsleveransen *Planer for produksjon*. I forhold til forskningsspørsmålene vi har definert for oppgaven vil vi i dette intervjuet finne svar på:

- Forskningsspørsmål 1: Hvilke utfordringer finnes i dagens fremdriftsplanlegging?
- Forskningsspørsmål 2: Hvilke faktorer og forutsetninger påvirker fremdriftsplanleggingen?

### Spørsmål

#### Grunnlag og forutsetninger for fremdriftsplanlegging:

1. Hvilket grunnlag **har du vanligvis** tilgjengelig når du starter planlegging av en produksjon?
2. Hvilke forhold **påvirker** grunnlaget for fremdriftsplanleggingen?
3. Hvilket grunnlag **skulle du ideelt sett ha** for å starte planlegging av en produksjon?

4. Hvilke rammer, premisser, betingelser eller begrensninger <b>må du forholde deg til</b> overfor følgende aktører i det du starter fremdriftsplanleggingen:	... byggherre?	
	... det offentlige?	
	... egen bedrift?	
	... prosjekterende/ arkitekt?	
	... under- entreprenører/ -leverandører?	
	... brukere?	

## Vedlegg 1 - Intervjuguide 1

5. Hvordan er betingelsene, rammene, etc. i spørsmål 4 fremkommet? Er dette gjennom kontrakter, møter, dialog, forhandling, krav, involvering, samarbeid, etc. mellom totalentreprenør og:	... byggherre?	
	... det offentlige?	
	... egen bedrift?	
	... prosjekterende/arkitekt?	
	... under-entreprenører/-leverandører?	
	... brukere?	

6. Hvilke **forutsetninger** ligger til grunn for en vellykket fremdriftsplanlegging i en tidlig fase?
7. Hva eller hvem bestemmer den planlagte prosjektvarigheten?
8. Hva slags beslutninger, **innad i bedriften**, må være på plass før du begynner fremdriftsplanleggingen?

### Utfordringer:

9. Hvilke utfordringer ser du ved oppstarten av en fremdriftsplanlegging i forhold til følgende aktører:  10. Hvordan <b>håndterer</b> du disse?	... byggherre?	9.
		10.
	... det offentlige?	9.
		10.
	... egen bedrift?	9.
		10.
	... prosjekterende/arkitekt?	9.
		10.
	... under-entreprenører/-leverandører?	9.
		10.
	... brukere?	9.
		10.



## Vedlegg 1 - Intervjuguide 1

11. Kan bedriften eller andre gjøre noe for å **redusere/løse utfordringene**?
12. I forbindelse med erfaringsoverføring og læring; Hva **gjøres i dag** for at dette skal bidra til en forbedret fremdriftsplanlegging?
13. I forbindelse med erfaringsoverføring og læring; **hva kan gjøres bedre** for at bransjen skal se en generell forbedring innen fremdriftsplanlegging?

## Vedlegg 2 - Intervjuguide 2

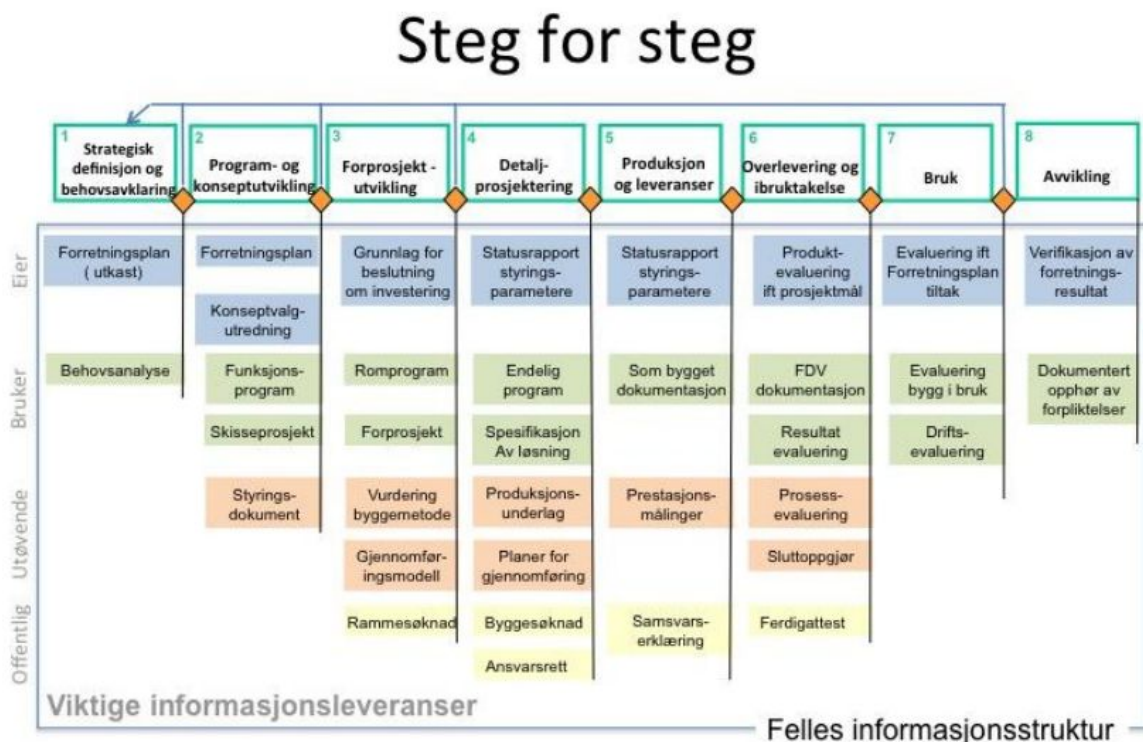
### Intervjuguide - Fremdriftsplanlegging i totalentrepriser

- Mobiliseringsfase/detaljprosjektering - Planer for gjennomføring

Som grunnlag for inndeling av intervjuene og veilederen vi utarbeider benytter vi Bygg21 sitt nylig definerte rammeverk *Neste Steg*. Dette er et rammeverk som beskriver byggeprosessen over tid gjennom åtte steg fra start til avvikling. *Neste Steg* belyser også byggeprosessen gjennom fire ulike perspektiver; eier-, bruker-, utøvende- og offentlig perspektiv. *Neste Steg* benyttes som rammeverk fordi dette er resultatet av arbeidet gjennomført av en samlet byggebransje i 2015. *Neste Steg* skal bidra til:

- Bedre informasjonsflyt mellom aktørene.
- Øke produktivitet og verdiskapning.
- Øke forståelsen for ulike perspektiver og helheten.
- Felles begrepsbruk for bygg- og anleggsprosjekter.

Hovedtrekkene i *Neste Steg* er oppsummert i følgende figur:



Fremdriftsplanlegging i et entreprenørperspektiv foregår i hovedsak i stegene 4 og 5 i *Neste Steg*. Entreprenørperspektivet er sammenfallende med det utøvende perspektivet i modellen, selv om dette også omfatter prosjekterende og leverandører. Totalentreprenører fungerer i de fleste tilfeller som en koordinator internt i det utførende perspektivet, men også som koordinator overfor de andre perspektivene.

Mer informasjon om fasenormen *Neste Steg* finnes på Bygg21 sin hjemmeside:

<http://www.bygg21.no/no/resultater/fasenormen-neste-steg/>

## Vedlegg 2 - Intervjuguide 2

### Mål for intervjuet

I dette intervjuet er vi interessert i å ta opp igjen tråden fra forrige intervju. Vi befinner oss fortsatt i et entreprenørperspektiv i mobiliseringsfasen, men vi vil i dette intervjuet ha hovedfokus mot informasjonsleveransen som kalles *Planer for gjennomføring*. Dette innebærer at vi spesielt vil finne ut av hvordan man fremdriftsplanlegger frem mot en produksjonsstart. Hvordan planene lages, utformes og utarbeides.

I dette intervjuet vil vi finne svar på følgende forskningsspørsmål:

- Forskningsspørsmål 4: Hva er god praksis for fremdriftsplanlegging i dagens byggebransje?

Som dere vet skal vi utarbeide en veileder for fremdriftsplanlegging. Denne veilederen skal beskrive en best mulig prosess og vi er derfor interessert i å finne ideelle løsninger. Det ideelle må sees i forhold til hva som er strengt tatt nødvendig og hva som er det vanlige tilfellet. Gjennom hele intervjuet setter vi derfor stor pris på beskrivelser som sier noe om hva som er **nødvendig minimum**, **normalsituasjon** og **ideell situasjon**.

### Utarbeidelse av hovedfremdriftsplan

1. Kan du, før vi går i dybden innenfor hvert enkelt tema, gi en kort oppsummering av hvordan utarbeidelsen av hovedfremdriftsplanen foregår?
2. I teorien snakkes det mye om WBS (Work Breakdown Structure)/PNS (Prosjektnedbrytningsstruktur). Hvordan brytes prosjektene ned til elementer som kan tidfestes i en fremdriftsplan?
3. Hvor detaljert bør prosjektet brytes ned i en hovedfremdriftsplan?
4. Tar du spesielle hensyn i planleggingen for å legge til rette for god produksjonsflyt?
5. Hvem utarbeider hovedfremdriftsplanen?
6. Ressurssetter du planen?
7. Hvordan tidfester du aktivitetene?
8. Hva er ditt forhold til buffere i en fremdriftsplan?

### Utfordringer i utarbeidelsen av hovedfremdriftsplanen

9. Er det noen spesielle utfordringer knyttet til utarbeidelsen av hovedfremdriftsplanen?

## **Vedlegg 2 - Intervjuguide 2**

10. Er det andre utfordringer i fremdriftsplanlegging generelt som har dukket opp siden forrige intervju?

### Veileder for fremdriftsplanlegging

11. Hvordan bør en veileder utformes?
12. Hvem bør være målgruppen for veilederen og hvordan nå frem til disse?
13. Hva skal til for at du benytter deg av en veileder om fremdriftsplanlegging?

## Vedlegg 3 - Intervjuguide 3

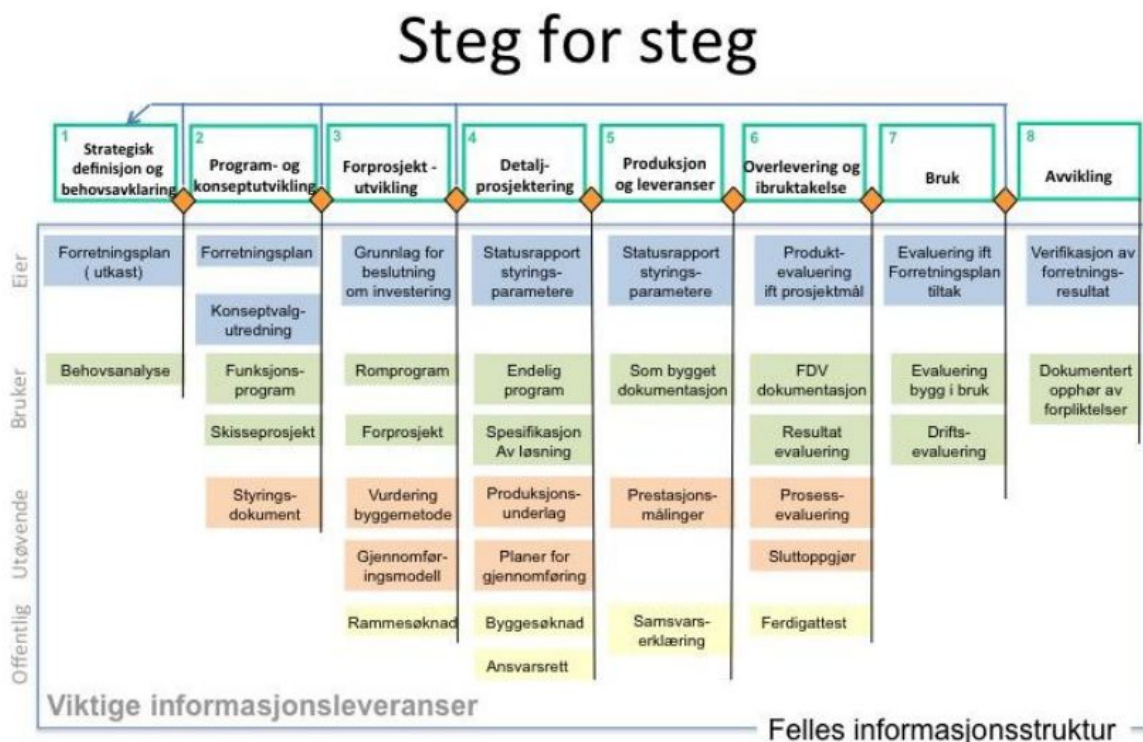
### Intervjuguide - Fremdriftsplanlegging i totalentrepriser

- Gjennomføringsfase/produksjon - Løpende fremdriftsplanlegging

Som grunnlag for inndeling av intervjuene og veilederen vi utarbeider benytter vi Bygg21 sitt nylig definerte rammeverk *Neste Steg*. Dette er et rammeverk som beskriver byggeprosessen over tid gjennom åtte steg fra start til avvikling. *Neste Steg* belyser også byggeprosessen gjennom fire ulike perspektiver; eier-, bruker-, utøvende- og offentlig perspektiv. *Neste Steg* benyttes som rammeverk fordi dette er resultatet av arbeidet gjennomført av en samlet byggebransje i 2015. *Neste Steg* skal bidra til:

- Bedre informasjonsflyt mellom aktørene.
- Øke produktivitet og verdiskapning.
- Øke forståelsen for ulike perspektiver og helheten.
- Felles begrepsbruk for bygg- og anleggsprosjekter.

Hovedtrekkene i *Neste Steg* er oppsummert i følgende figur:



Fremdriftsplanlegging i et entreprenørperspektiv foregår i hovedsak i stegene 4 og 5 i *Neste Steg*. Entreprenørperspektivet er sammenfallende med det utøvende perspektivet i modellen, selv om dette også omfatter prosjekterende og leverandører. Totalentreprenører fungerer i de fleste tilfeller som en koordinator internt i det utførende perspektivet, men også som koordinator overfor de andre perspektivene.

Mer informasjon om fasenormen *Neste Steg* finnes på Bygg21 sin hjemmeside:

<http://www.bygg21.no/no/resultater/fasenormen-neste-steg/>

## Vedlegg 3 - Intervjuguide 3

### Mål for intervjuet

I forhold til det omtalte rammeverket vil vi i dette intervjuet fokusere på det 5. steget; *Produksjon og leveranser*. Dette steget vil vi undersøke gjennom to intervjuer der dette første intervjuet i hovedsak ser på den løpende fremdriftsplanleggingen som foregår i produksjonen. I det andre intervjuet vil vi fokusere på fremdriftsoppfølging.

Intervjuet skal gi svar på følgende forskningsspørsmål:

- Forskningsspørsmål 1: Hvilke utfordringer finnes i dagens fremdriftsplanlegging?
- Forskningsspørsmål 2: Hvilke faktorer og forutsetninger påvirker fremdriftsplanleggingen?
- Forskningsspørsmål 4: Hva er god praksis for fremdriftsplanlegging i dagens byggebransje?

### Spørsmål

Forutsetninger for fremdriftsplanlegging i produksjonsfasen:

1. Hva er **nødvendig** produksjonsunderlag ved inngangen til produksjonsfasen?
2. Hvilket produksjonsunderlag er **tilgjengelig** ved inngangen til produksjonsfasen?
3. Hva er **ideelt** produksjonsunderlag ved inngangen til produksjonsfasen?
4. Hva er **nødvendig** fremdriftsplan fra detaljprosjekteringen å bygge videre på når planleggingen av produksjon skal påbegynnes?
5. Hva er **ideell** fremdriftsplan fra detaljprosjekteringen å bygge videre på når planleggingen av produksjon skal påbegynnes?

Fremdriftsplanleggingen i produksjonsfasen:

6. Kan du, før vi går i dybden innenfor hvert enkelt tema, gi en **kort oppsummering** av hvordan utarbeidelsen av planer for gjennomføring foregår?
7. Hvilke planer for gjennomføringen utarbeides?
8. Hvordan er forholdet mellom disse planene?
9. **Hvordan** brytes prosjektet eller arbeidene ned til aktiviteter som brukes i planene?
10. Hvem utarbeider de ulike planene for gjennomføringen?
11. Involveres det andre i utarbeidelsen av planene?

### Vedlegg 3 - Intervjuguide 3

12. Involveres det andre i tidfestingen av aktiviteter?
13. Hvem burde **ideelt** sett vært involvert i utarbeidelsen planer for gjennomføringen?
14. Har du noen spesielle prinsipper (i bakhodet) når du fremdriftsplanlegger?
15. Hvis du skulle trukket frem fem ting som er vesentlig for å lykkes med fremdriftsplanlegging; hva skulle dette vært?
16. Gjør du noe spesielt for å optimalisere produksjonen/skape best mulig flyt?
17. Ser du etter spesielle forhold i prosjektet som kan skape fremdriftsmessige utfordringer eller muligheter?
18. Hvordan finner dere hindringer som påvirker hvordan dere planlegger fremdriften?
19. Hva gjør dere for å **håndtere** disse hindringene?
20. Hvordan mener du utarbeidelsen av planer for gjennomføringen **ideelt** sett burde foregått?

#### Utfordringer knyttet til fremdriftsplanlegging i produksjonsfasen:

21. I forhold til dagens fremdriftsplanlegging i produksjonsfasen; hvilke utfordringer ser du i forhold til følgende aktører:  22. Hvordan <b>håndterer</b> du disse?	... byggherre?	21.
		22.
	... det offentlige?	21.
		22.
	... egen bedrift?	21.
		22.
	... prosjekterende/arkitekt?	21.
		22.
	... under-entreprenører/-leverandører?	21.
		22.
	... brukere?	21.
		22.

23. Ser du noen andre utfordringer ved dagens fremdriftsplanlegging i produksjonsfasen?

## Vedlegg 3 - Intervjuguide 3

24. Kan bedriften eller andre gjøre noe for å **redusere/løse utfordringene**?



## Vedlegg 4 - Intervjuguide 4

# Intervjuguide - Fremdriftsplanlegging i totalentrepriser

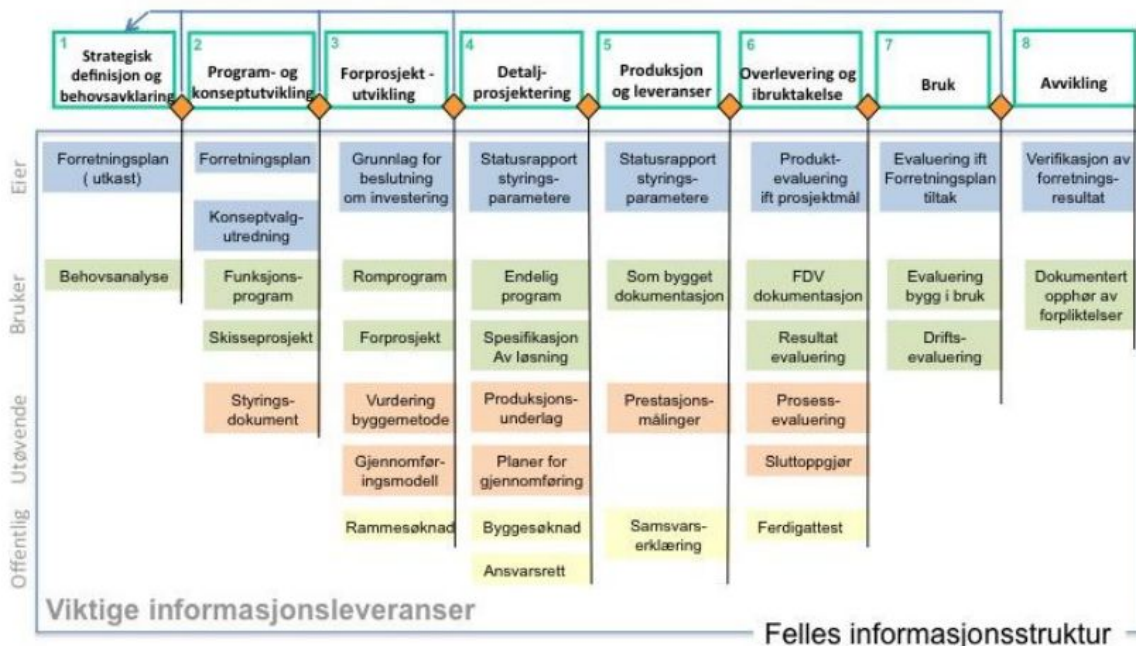
## - Gjennomføringsfase/produksjon - Fremdriftsoppfølging

Som grunnlag for inndeling av intervjuene og veilederen vi utarbeider benytter vi Bygg21 sitt nylig definerte rammeverk *Neste Steg*. Dette er et rammeverk som beskriver byggeprosessen over tid gjennom åtte steg fra start til avvikling. *Neste Steg* belyser også byggeprosessen gjennom fire ulike perspektiver; eier-, bruker-, utøvende- og offentlig perspektiv. *Neste Steg* benyttes som rammeverk fordi dette er resultatet av arbeidet gjennomført av en samlet byggebransje i 2015. *Neste Steg* skal bidra til:

- Bedre informasjonsflyt mellom aktørene.
- Øke produktivitet og verdiskapning.
- Øke forståelsen for ulike perspektiver og helheten.
- Felles begrepsbruk for bygg- og anleggsprosjekter.

Hovedtrekkene i *Neste Steg* er oppsummert i følgende figur:

## Steg for steg



Fremdriftsplanlegging i et entreprenørperspektiv foregår i hovedsak i stegene 4 og 5 i *Neste Steg*. Entreprenørperspektivet er sammenfallende med det utøvende perspektivet i modellen, selv om dette også omfatter prosjekterende og leverandører. Totalentreprenører fungerer i de fleste tilfeller som en koordinator internt i det utførende perspektivet, men også som koordinator overfor de andre perspektivene.

Mer informasjon om fasenormen *Neste Steg* finnes på Bygg21 sin hjemmeside:

<http://www.bygg21.no/no/resultater/fasenormen-neste-steg/>

## Vedlegg 4 - Intervjuguide 4

### Mål for intervjuet

I dette intervjuet er vi interessert i å ta opp igjen tråden fra forrige intervju. Vi befinner oss fremdeles i entreprenørperspektivet i gjennomføringsfasen, men vi vil i dette intervjuet ha hovedfokus mot fremdriftsoppfølging. Dette innebærer at vi spesielt vil finne ut av hvordan man følger opp fremdrift, hvilke rutiner som følges og hva som skjer dersom man avviker fra planen.

I dette intervjuet vil vi finne svar på følgende forskningsspørsmål:

- Forskningsspørsmål 4: Hva er god praksis for fremdriftsplanlegging i dagens byggebransje?

Som dere vet skal vi utarbeide en veileder for fremdriftsplanlegging. Denne veilederen skal beskrive en best mulig prosess og vi er derfor interessert i å finne ideelle løsninger. Det ideelle må sees i forhold til hva som er strengt tatt nødvendig og hva som er det vanlige tilfellet. Gjennom hele intervjuet setter vi derfor stor pris på beskrivelser som sier noe om hva som er **nødvendig minimum**, **normalsituasjon** og **ideell situasjon**.

*Aller først et lite planteknisk spørsmål:*

1. Bygger du inn buffere i planene dine?

### Fremdriftsstyring og -oppfølging

2. Hvordan praktiserer du fremdriftsstyring og -oppfølging? Følger du noen spesielle prinsipper?
3. Hvordan kommer aktivitetene seg fra fremdriftsplanen til gjennomføringen?
4. Hvordan kommuniseres arbeidsoppgavene mellom de som utarbeider planene og de som utfører aktiviteten?
5. Hvordan er møtestrukturen i denne forbindelse?
6. Hvem koordinerer fremdriften mellom de ulike aktørene, og hvordan gjøres dette?
7. Hvem har ansvaret for å følge opp de ulike planene?
8. Hvordan stemmer dere av planen for å vurdere hvordan faktisk fremdrift er i forhold til planlagt fremdrift?

## Vedlegg 4 - Intervjuguide 4

9. Har du et bevisst forhold til buffere som hjelper deg med fremdriftsstyring og -oppfølging?

### Avvik fra planen

10. Hvordan definerer dere et avvik fra planen?
11. Hvilke eller hvor store avvik krever tiltak?
12. Hva gjør dere dersom det oppstår avvik fra planlagt fremdrift?
13. Hvordan kommer dere tilbake på planen dersom avvik oppstår?
14. Hva kan konsekvensene av manglende oppfølging av avvik være?
15. Har du et bevisst forhold til buffere som hjelper deg med avvikshåndtering?

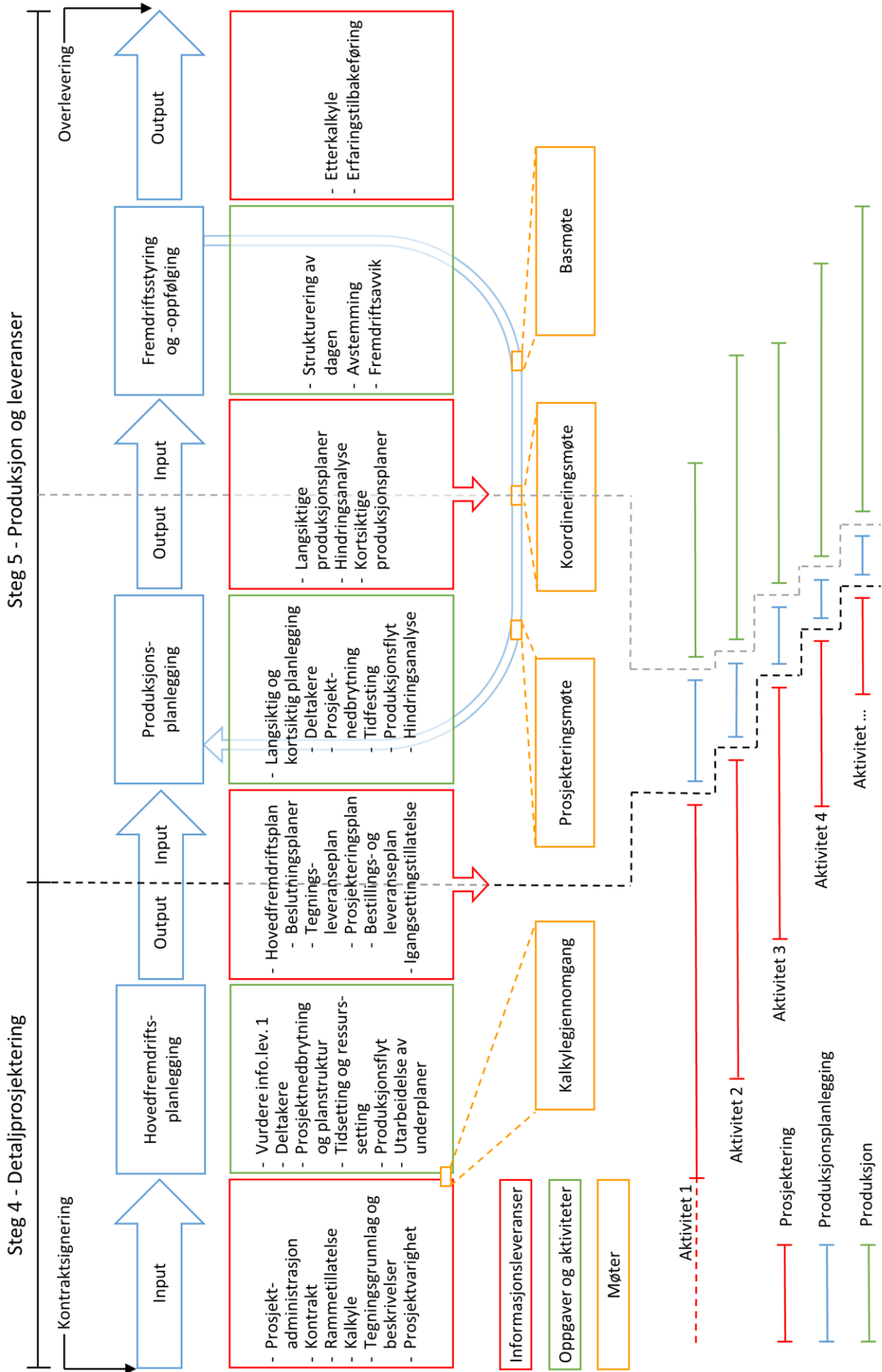
### Utfordringer

16. Er det noen spesielle utfordringer knyttet til fremdriftsstyring og -oppfølging?
17. Er det andre utfordringer i fremdriftsplanlegging generelt som har dukket opp siden forrige intervju?

### Veileder for fremdriftsplanlegging

18. Hvordan bør en veileder utformes?
19. Hvem bør være målgruppen for veilederen og hvordan nå frem til disse?
20. Hva skal til for at du benytter deg av en veileder om fremdriftsplanlegging?

# Vedlegg 5 – Helsides figur av prosessmodellen



# Fremdriftsplanlegging i totalentrepriser

- En veileder til en god prosess for fremdriftsplanlegging



Lunch© Børge Lund/distr.StrandComics.no (gjengitt med opphavsmanns tillatelse)

Utarbeidet av:

Ole Jørgen Levy og Emma Marie Skjærstad

Trondheim, juni 2017



## Forord

Denne veilederen til en god prosess for fremdriftsplanlegging er et resultat av masteroppgaven i sivilingeniørutdanningen ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Oppgaven er utarbeidet våren 2017.

Veilederen baserer seg på litteraturstudium av relevant teori, casestudier av fire byggeprosjekter og øvrig informasjonsinnhenting om aktuelle temaer i form av intervjuer. Med utgangspunkt i dagens fremdriftsplanlegging har vi i lys av identifiserte utfordringer og faktorer som bidrar til prosjektsuksess identifisert god praksis fra litteratur og bransje. Arbeidet har tatt utgangspunkt i dagens arbeidsmåte og legger opp til en systematisering og gradvis forbedring av dagens praksis snarere enn radikale endringer.

Vi vil takke veileder Olav Torp ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU for hjelp med masteroppgaven. I tillegg vil vi takke samarbeidsbedriftene Betonmast Innlandet AS og Ø.M. Fjeld AS for bidrag, inspirerende innspill og tilgjengelighet når vi har hatt behov for det. En spesiell takk rettes til intervjupersonene for åpenheten de har hatt rundt egen praksis for fremdriftsplanlegging som har resultert i uvurderlige innspill til masteroppgaven og veilederen.

Trondheim, juni 2017

Ole Jørgen Levy og Emma Marie Skjærstad





# Innhold

Innledning.....	3
Leserveiledning.....	4
Del 1 Oppbygging av prosessmodellen .....	5
Fasenormen <i>Neste Steg</i> .....	5
Prosessmodell for fremdriftsplanlegging.....	7
Planleggingsløkke i produksjonsfasen.....	9
Del 2 Innhold i prosessmodellen .....	11
Navn på omtalt informasjonsleveranse/fase/møter.....	11
Ordliste .....	12
Planhierarkiet i prosessmodellen .....	14
Informasjonsleveranse 1.....	15
Hovedfremdriftsplanlegging.....	18
Informasjonsleveranse 2.....	23
Produksjonsplanlegging.....	27
Informasjonsleveranse 3.....	31
Fremdriftsstyring og -oppfølging.....	34
Informasjonsleveranse 4.....	38
Møter i prosessen for fremdriftsplanlegging.....	40
Del 3 Leveregler for fremdriftsplanlegging .....	43



## Innledning

Byggeprosjekter berører i dag mange forskjellige aktører og alle aktørene har forskjellige ønsker, arbeidsmåter og leveranser i byggeprosjektet. Fremdriftsplanleggingen har til hensikt å koordinere alle disse hensynene slik at prosjektet kan styres innenfor rammene som er kontraktsfestet mellom totalentreprenøren og byggherren. For å lykkes med et byggeprosjekt er man avhengige av at fremdriftsplanleggingen lykkes med denne samkjøringen, og kommunikasjon, samarbeid og et felles ønske om å komme i mål som planlagt er helt avgjørende for å oppnå dette.

Kommunikasjonen og forståelsen mellom aktørene viser seg ofte å kunne skape misforståelser og utfordringer som i mange tilfeller kunne vært unngått. Manglende forståelse for andre aktørers behov og daglige virke kan føre til at man optimaliserer eget arbeid uten å tenke på konsekvensene dette kan få for andre aktører, enten dette viser seg som trege beslutninger, manglende tegninger eller ufullførte oppgaver og rot på byggeplassen. I denne veilederen forsøker vi å gi et overblikk over en god prosess for fremdriftsplanlegging og vi er av den oppfatning at en felles forståelse for denne prosessen vil kunne bidra til en generell kompetanseheving, forbedret fremdriftsplanlegging og økt grad av prosjektsuksess.

Veilederen følger en proaktiv tilnæringsmåte til fremdriftsplanlegging. I dette ligger at fokuset er på gode løsninger som bidrar til en suksessfull planlegging fremfor reaktiv håndtering av problemer som dukker opp i løpet av prosjektet. Slike problemer skal i utgangspunktet forebygges ved å følge prosessen beskrevet i veilederen. Veilederen har ikke til hensikt å fremstå som noen lærebok i fremdriftsplanlegging, men snarere presentere et forslag til en god prosess som forsøker å løse utfordringer i dagens planlegging samtidig som det bidrar til prosjektsuksess. Veilederen er bygget opp rundt en innsamling av god praksis, og i den beskrevne prosessen er det tatt hensyn til gode prinsipper i både bransje og teori som kan bidra til å forbedre dagens planlegging ved å løse utfordringer og bidra til økt grad av prosjektsuksess.

Veilederen beskriver ikke konkrete metoder og verktøy for fremdriftsplanlegging, og prosessen beskrevet i veilederen er heller ikke avhengig av bruken av spesielle teorier, metoder eller verktøy. Hvilke metoder som fungerer for hver enkelt planlegger bør avgjøres av vedkommende selv og vi mener den beskrevne prosessen kan følges uavhengig av slike personlige preferanser. Interesserte lesere henvises til masteroppgaven der det er redegjort for et utvalg metoder og verktøy basert på relevant litteratur på området.

## Leserveiledning

Vi anerkjenner at vi henvender oss til mange forskjellige lesere i denne veilederen, og dette har sammenheng med den tydelige hierarkiske oppbygningen av et byggeprosjekt. Vi mener alle involverte i byggeprosjekter, fra fagarbeidere til prosjektledere, kan ha nytte av generell innsikt i fremdriftsplanleggingen som gjøres av totalentreprenøren, om enn med noe ulike utgangspunkt. Prosjektlederen kan ha interesse av å gjennomføre prosjektet raskest mulig, anleggslederen vil gjøre byggeplassen smidig og effektiv, mens en underentreprenørs tilgjengelige tid og bemanning ikke alltid stemmer overens med det som er planlagt av totalentreprenøren. Det er uansett viktig å huske på at alle har et «felles» mål; en best mulig arbeidshverdag med best mulige resultater.

Veilederen er delt inn i følgende tre deler:

**Del 1** beskriver hvordan prosessmodellen for fremdriftsplanlegging er bygget opp og bakgrunnen for prosessmodellens utforming.

**Del 2** forklarer de ulike elementene i prosessmodellen og presenterer tips, triks og fallgruver som kan påvirke de ulike delene av fremdriftsplanleggingen.

**Del 3** presenterer enkle leveregler for fremdriftsplanlegging.

### Hvilke deler av veilederen er aktuelle for meg?

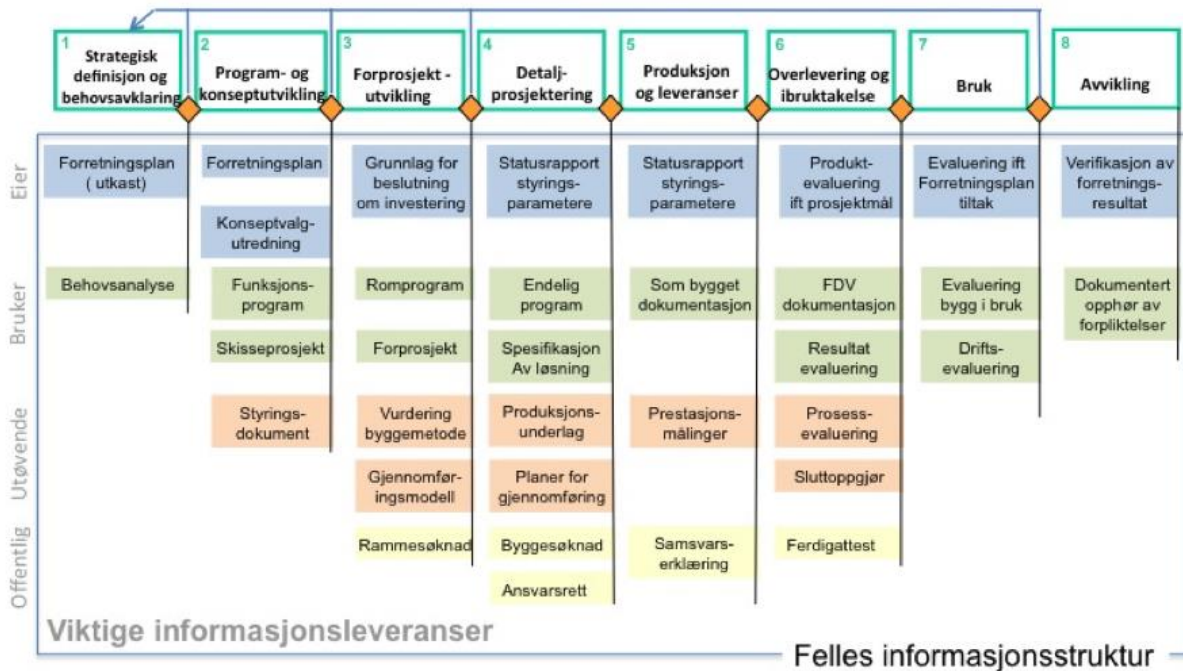
Uansett om du er prosjektleder eller fagarbeider mener vi deler av denne veilederen er relevant for deg. Den beste forståelsen får du ved å lese hele veilederen fra perm til perm. Da vil du følge oss gjennom hele fremdriftsprosessen og få en god forståelse for hvordan vi mener prosessen bør bygges opp. Dersom du er interessert i enkelte deler av prosessen kan du ta en kikk i del 2. Her går vi gjennom og forklarer alle de ulike elementene som inngår i en god fremdriftsprosess. Dersom du er interessert i enkle leveregler for fremdriftsplanlegging, eller kanskje ønsker å forstå hvorfor andre gjør som de gjør, er del 3 stedet for deg. Her presenterer vi rett og slett enkle leveregler for fremdriftsplanlegging basert på viktige funn og gode prinsipper vi har kommet over i arbeidet med masteroppgaven og utarbeidelsen av denne veilederen.

# Del 1 Oppbygging av prosessmodellen

Vi skal nå forklare det vi mener er en god prosess for fremdriftsplanlegging i totalentrepriser sett fra entreprenørens perspektiv. På de påfølgende sidene vil vi først gi en kort innføring i Bygg21 sitt rammeverk for beskrivelse av byggeprosesser. Dette for å sette fremdriftsplanlegging inn i en overordnet prosjektkontekst. Deretter vil vi presentere og forklare prosessmodellen vi har utviklet som en del av masteroppgaven ved NTNU våren 2017. Denne prosessmodellen har til hensikt å strukturere fremdriftsplanleggingen i totalentrepriser på en ryddig og forståelig måte.

## Fasenormen *Neste Steg*

Bygg21 er et samarbeid mellom bygg- og eiendomsnæringen og statlige myndigheter. Bygg21 har utarbeidet fasenormen *Neste Steg* som er et rammeverk som beskriver byggeprosessen steg for steg fra vugge til grav. Hovedtrekkene i *Neste Steg* er vist på Figur 1.



Figur 1. Rammeverket *Neste Steg*

Rammeverket i *Neste Steg* er ment å være en felles referanse for inndeling av byggeprosjekter for å skape et felles språk for bransjen. Mellom de forskjellige stegene i rammeverket må beslutninger tas i informasjon som overføres mellom aktører. *Neste Steg* beskriver dette som tydelige informasjonsleveranser.

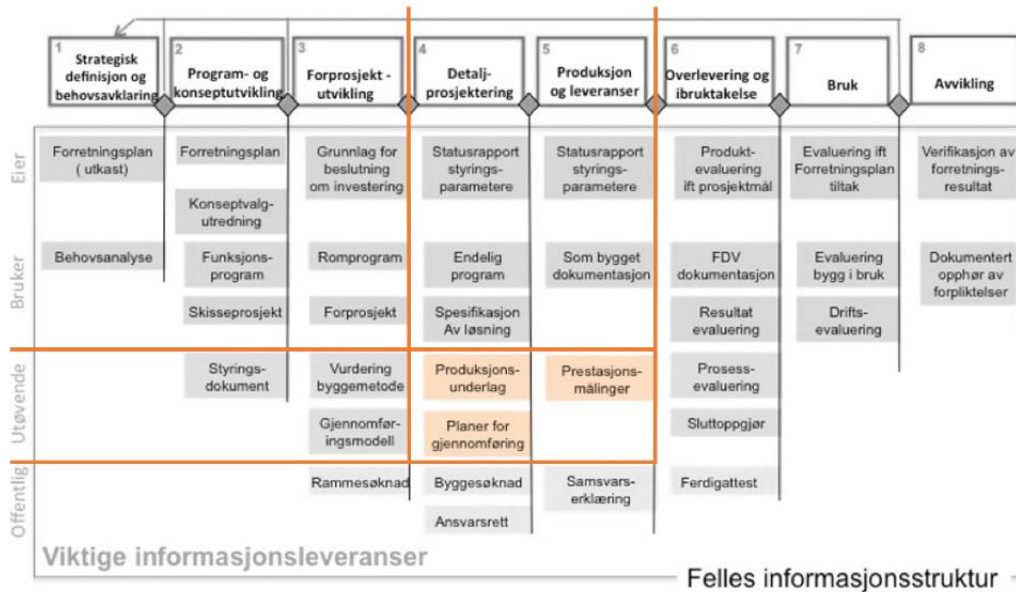
En totalentreprenør ser vanligvis ikke byggeprosjektet i det store perspektivet som beskrives i *Neste Steg*. Et normalt byggeprosjekt hos en totalentreprenør strekker seg vanligvis over fasene 3 til 6 hvor kontraktsignering markerer overgangen fra fase 3 til 4. Entreprenørperspektivet er en del av det utøvende perspektivet i *Neste Steg*, selv om dette også omfatter prosjekterende og leverandører. Totalentreprenører fungerer vanligvis som en koordinator internt i det utførende perspektivet, men også som koordinator overfor de andre perspektivene.

I denne veilederen går vi ikke dypere inn i forklaringer av fasenormen *Neste Steg*, men vi forholder oss til rammeverket som defineres av Bygg21. Interesserte lesere oppfordres til å besøke Bygg21 sin temaside om *Neste Steg* som kan finnes på:

<http://www.bygg21.no/no/resultater/fasenormen-neste-steg/>

# Prosessmodell for fremdriftsplanlegging

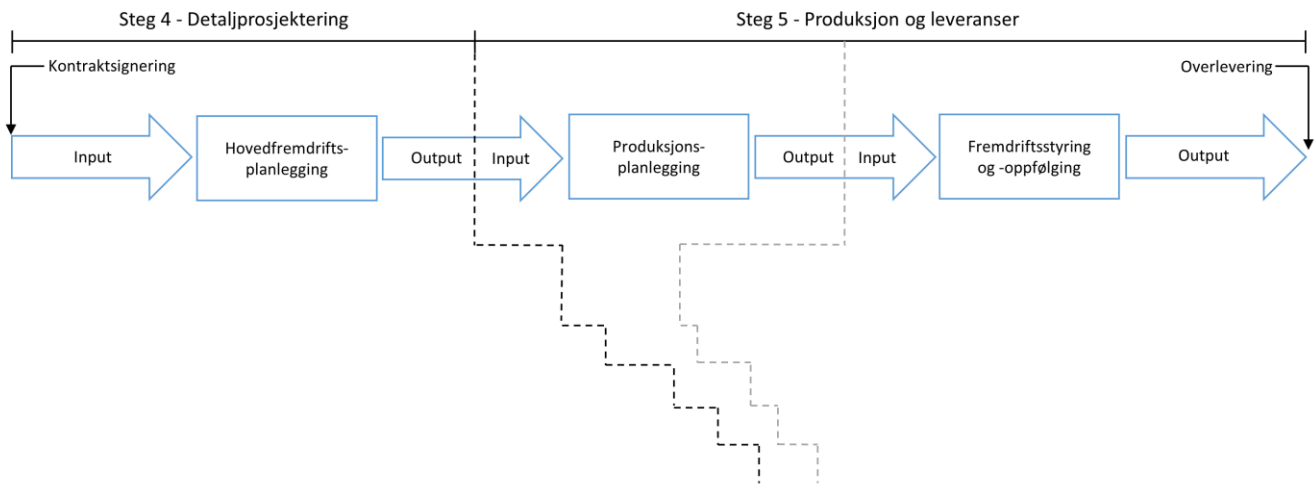
Når det kommer til fremdriftsplanlegging i et entreprenørperspektiv foregår selve fremdriftsplanleggingen i hovedsak i stegene 4 og 5 i *Neste Steg*. Det foregår ofte også en enkel fremdriftsvurdering i løpet av anbudsregningen i steg 3, men disse vurderingene er ikke omtalt i denne veilederen. I steg 6 gjennomføres overlevering og ibruktakelse av bygget. Også dette er en fase hvor entreprenøren er involvert, men fremdriftsplanleggingen av aktivitetene i dette steget bør gjennomføres på et tidligere stadium i prosjektet. Denne veilederen vil derfor fokusere på fremdriftsplanleggingen som foregår i steg 4 og 5 i det utøvende perspektivet som markert i Figur 2.



Figur 2. Entreprenørens fremdriftsplanlegging i kontekst av Neste Steg

*Neste Steg* legger opp til en forståelse av overgangen mellom to steg som informasjonsleveranser, der informasjonen produsert i et steg danner output fra dette steget og input for det påfølgende steget. Fremdriftsplanlegging i totalentrepriser handler i stor grad om nettopp informasjonsflyt der planer, tegninger, beskrivelser og beslutninger til stadighet overføres mellom aktører. Derfor anser vi det som god praksis å se på fremdriftsplanlegging som en informasjonsflyt der informasjon til stadighet produseres, kommuniseres og revideres.

Ved å akseptere fremdriftsplanlegging som en flyt av informasjon mellom adskilte faser slik det gjøres i *Neste Steg* blir det mulig å innføre en strengere faseinndeling også i fremdriftsplanleggingen. Dette er bakgrunnen for at vi i denne veilederen setter fremdriftsplanleggingen inn i konteksten vist i Figur 3 med en egen inndeling som viser de tre fasene fremdriftsplanleggingen i realiteten består av. Disse fasene er *hovedfremdriftsplanlegging*, *produksjonsplanlegging* og *fremdriftsstyring og -oppfølging*.

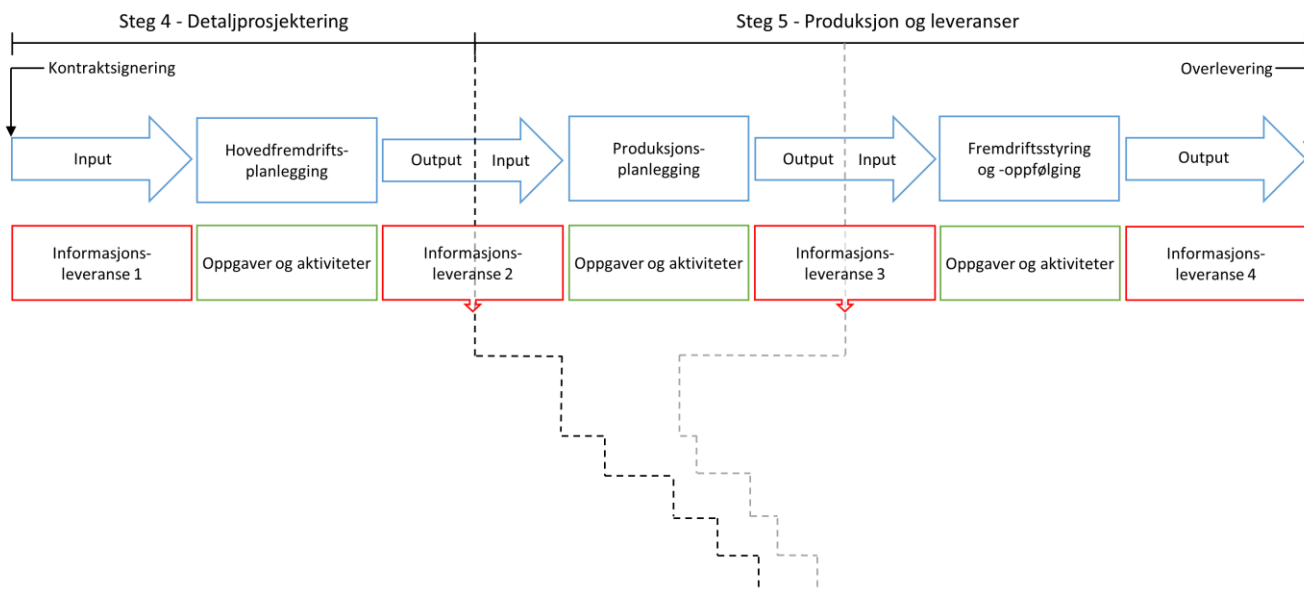


Figur 3. Prosessmodell med faseinndeling

Som nevnt over og illustrert i Figur 3 kan fremdriftsplanleggingen hos entreprenøren deles inn i tre faser. Rett etter at kontrakten er signert med byggherre påbegynner entreprenøren arbeidet med hovedfremdriftsplanen. Som nevnt benytter vi i likhet med *Neste Steg* en input/output-tankegang i prosessmodellen. Hovedfremdriftsplanen danner dermed input for produksjonsplanleggingen, som pågår så lenge det foregår produksjon. Produksjonsplanleggingen leverer fortløpende produksjonsunderlag som grunnlag for fremdriftsstyring og -oppfølging.

I Figur 3 ser vi at det aksepteres faseforskyvninger i overgangene mellom de tre fasene. Årsaken til dette er i hovedsak at virkeligheten i byggeprosjekter ikke passer inn i perfekte faseinndelinger. Parallell prosjektering og bygging har lenge vært en velkjent sak i byggebransjen, spesielt i totalentrepriser. Denne aksepten av virkeligheten er helt nødvendig, men det forutsetter god styring og håndtering av overgangene mellom prosjektering, planlegging og produksjon. Faseforskyvningene går ikke på bekostning av muligheten til å skille på de tre fasene, men det er viktig med et bevisst forhold til hvilke aktiviteter som til enhver tid befinner seg i de forskjellige fasene. Faseovergangene må styres av den andre og tredje informasjonsleveransen som pilene fra informasjonsleveransene i Figur 4 viser. De forskjøvne faseovergangene illustreres også med et eksempel i den komplette prosessmodellen vi kommer tilbake til senere.



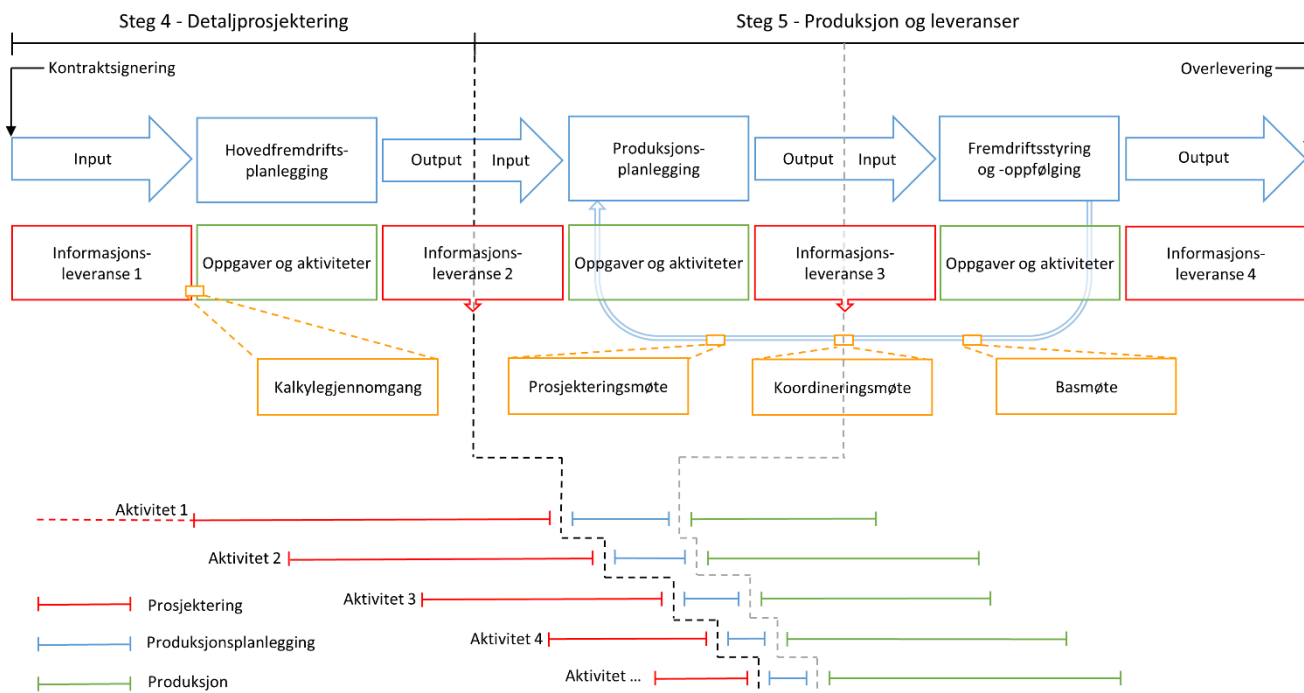


Figur 4. Prosessmodell med informasjonsleveranser og oppgaver og aktiviteter

Tankegangen med input og output danner grunnlag for å beskrive tydelige informasjonsleveranser mellom oppgaver og aktiviteter som vi kan se av Figur 4. Informasjonsleveransene knyttes tett opp mot input/output-tankegangen som tidligere beskrevet, mens oppgavene og aktivitetene relateres til de tre fasene. De spesifikke oppgavene og aktivitetene som inkluderes i hver fase og innholdet i informasjonsleveransene mellom fasene beskrives i veilederens del 2.

## Planleggingsløkke i produksjonsfasen

Når vi skal produsere et bygg kan vi av praktiske årsaker ikke planlegge alt før vi starter produksjonen. Dette kommer blant annet av at vi sjelden vet helt sikkert hvordan detaljer i prosjektet vil utarte seg før vi nærmer oss den aktuelle detaljen. For å møte denne utfordringen må en god planleggingsprosess inneholde en planleggingsløkke i produksjonsfasen. Denne planleggingsløkken gjentas ukentlig og planleggingen rullerer hele tiden gjennom en syklus bestående av planlegging, styring, oppfølging og replanlegging som fører til ukentlig oppdatering av informasjonsleveranse 3. Planleggingsløkken, i tillegg til møtene som benyttes i produksjonsfasen, er i Figur 5 blitt en del av prosessmodellen.



Figur 5. Prosessmodell for fremdriftsplanlegging

Som vi kan se av Figur 5 er det som tidligere lovet nå inkludert et eksempel på hvordan aktiviteter i et prosjekt kan forholde seg til de forskjellige faseovergangene. Prosessen er utformet for å håndtere slike faseforskyvninger, og vi ser nå konkret hvordan disse overgangene kan håndteres og styres av planene i informasjonsleveranse 2 og 3. Som vi skal se i veilederens del 2 inneholder disse informasjonsleveransene blant annet hovedfremdriftsplan, prosjekteringsplan, tegningsleveranseplan og produksjonsplaner. Det er disse planene som styrer overgangen mellom prosjektering og produksjon for de ulike delene av prosjektet.

Prosessmodellen over inneholder nå alle elementene i det vi anser som en god prosess for fremdriftsplanlegging i totalentrepriser. For øvrige betraktninger og vurderinger rundt oppbyggingen av prosessmodellen henvises interesserte lesere til masteroppgaven som denne prosessen er et resultat av. Innholdet i informasjonsleveransene, de tre fasene og de fire møtene som er del av prosessen vil beskrives i veilederens del 2.

## Del 2 Innhold i prosessmodellen

Nå som vi har presentert prosessmodellen for fremdriftsplanlegging er det tid for å se hva de omtalte informasjonsleveransene og fasene innebærer. På neste side ser vi den komplette prosessen med all informasjon på plass. I det følgende skal vi se på de ulike elementene i prosessen. Innholdet i prosessbeskrivelsen presenteres gjennom tabeller der hver tabell omhandler én informasjonsleveranse, én fase eller møtene. Hver tabell forklarer alle *delleveransene* som kan gjenkjennes i prosessmodellen på neste side som punktene i informasjonsleveransene og fasene i tillegg til navnene på møtene. Tabellen under er et eksempel på oppsettet som benyttes i det følgende og illustrer hvilken informasjon som fremkommer om de ulike elementene i prosessmodellen.

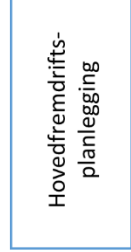
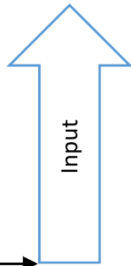
Navn på omtalt informasjonsleveranse/fase/møter			
<i>Figur som viser hvor i prosessmodellen vi befinner oss.</i>			
<b>Formål:</b> Her defineres formålet med informasjonsleveransen/fasen/møtene.			
<i>Generelle betraktninger, tips og triks og fallgruver som gjelder hele den omtalte informasjonsleveransen eller fasen og ikke kun en enkelt delleveranse omtales også her.</i>			
Delleveranse	Beskrivelser	Tips og triks	Fallgruver
<i>Navnet på delleveransen står her. Disse kan gjenkjennes i prosessmodellen som punktene i informasjonsleveransene og fasene i tillegg til navnene på møtene.</i>	<b>Hensikt:</b> Her defineres hensikten med delleveransen.		
	<b>Øvrig informasjon:</b> Her beskrives øvrig informasjon, slik som gjennomføring, deltakere, møteagenda o.l.		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Her presenteres tips og triks for å lykkes med den aktuelle delleveransen.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Her presenteres potensielle fallgruver som kan skape utfordringer for delleveransen.</li> </ul>			

I veilederens del 2 presenteres det i alt åtte slike tabeller, fordelt på fire tabeller om informasjonsleveransene, tre tabeller om fasene og en tabell om de forskjellige møtene. Følgende sidehenvisninger gjelder for disse åtte tabellene:

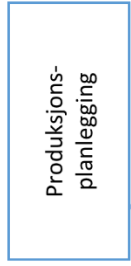
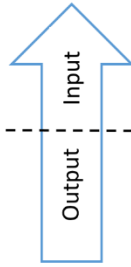
Informasjonsleveranse 1.....	15
Hovedfremdriftsplanlegging.....	18
Informasjonsleveranse 2.....	23
Produksjonsplanlegging.....	27
Informasjonsleveranse 3.....	31
Fremdriftsstyring og -oppfølging.....	34
Informasjonsleveranse 4.....	38
Møter i prosessen for fremdriftsplanlegging.....	40

### Steg 4 - Detaljprosjektering

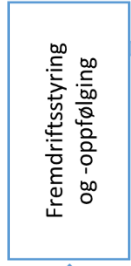
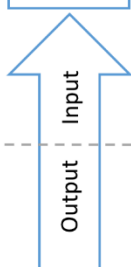
Kontraktsgenerering



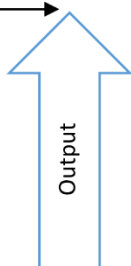
Output



Output



Output



- Prosjekt-administrasjon
- Kontrakt
- Rammetillatelse
- Kalkyle
- Tegningsgrunnlag og beskrivelser
- Prosjektvarighet

- Vurdere info. lev. 1
- Deltakere
- Prosjektnedbrytning og planstruktur
- Tidsetting og ressurssetting
- Produksjonsflyt
- Utarbeidelse av underplaner

- Hovedfremdriftsplan
- Beslutningsplaner
- Tegningsleveranseplan
- Prosjekteringsplan
- Bestillings- og leveranseplan
- Igangsettningstillatelse

- Langsiktig og kortsiktig planlegging
- Deltakere
- Prosjekt-nedbrytning
- Tidsetting
- Produksjonsflyt
- Hindringsanalyse

- Langsiktige produksjonsplaner
- Hindringsanalyse
- Kortsiktige produksjonsplaner

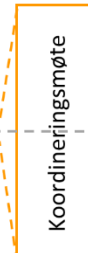
- Strukturering av dagen
- Avstemming
- Fremdriftsavvik

- Etterkalkyle
- Erfaringstilbakeføring

Informasjonsleveranser

Oppgaver og aktiviteter

Møter



Aktivitet 1

Aktivitet 2

Aktivitet 3

Aktivitet 4

Aktivitet ...

Prosjektering

Produksjonsplanlegging

Produksjon

### Steg 5 - Produksjon og leveranser

## Ordliste

**Aktivitetsbasert prosjektnekbrytning** - En prosjektnekbrytning som fokuserer på aktivitetene som skal gjennomføres og hvordan disse henger sammen.

**Angrepunkt** - Hvor i bygget det er lønnsomt å starte produksjonen. Trappesjakter er et mye benyttet bygningselement som kan legge føringer for produksjonsrekkefølgen.

**Anbudskalkyle** - Kalkylen som utarbeides i anbudsfasen for å danne grunnlag for totalentreprenørens tilbud til byggherren.

**Bufferaktiviteter** - Aktiviteter som er klare til utførelse, men som ikke er en del av den planlagte fremdriften.

**Etterkalkyle** - En *som bygget-kalkyle* som viser medgåtte kostnader, mengder og ressurser.

**Hindringer** - Forhold som kan hindre utførelse av en planlagt aktivitet.

**Knutepunkt** - Bygningselementer som påvirker videre produksjon på flere fronter.

**Lokasjonsbasert prosjektnekbrytning** - En prosjektnekbrytning som fokuserer på områder og soner i bygget og hvordan produksjonen kan flyte mellom disse.

**Planstruktur** - Den interne strukturen i en fremdriftsplan.

**Produksjonskalkyle** - En oppdatert versjon av anbudskalkylen som kan brukes i produksjonen.

**Varighet** - Tiden en aktivitet har til rådighet.

**Taktplanlegging** - Brukes i sammenheng med en lokasjonsbasert prosjektnekbrytning. Alle aktiviteter gis samme varighet og bemanningen tilpasses for å utføre det planlagte arbeidet innenfor den bestemte takttiden.

**Takttid** - Den faste syklustiden som benyttes ved taktplanlegging.

**Tidsetting** - Bestemmelse av varigheten til en aktivitet.

**Tidfesting** - Bestemmelse av tidspunktet en aktivitet skal foregå.

## Planhierarkiet i prosessmodellen

I undersøkelsene av fremdriftsplanlegging har vi kommet frem til at et planhierarki bestående av tre forskjellige fremdriftsplaner kan anses som god praksis og i prosessmodellen er følgende tre plannivåer benyttet:

- Øverst i hierarkiet finner vi en **hovedfremdriftsplan** som dekker hele prosjektet, men som bør kunne komprimeres for presentasjon overfor byggherre eller andre som ikke har behov for alle detaljer.
- I midten av hierarkiet finner vi en **langsiktig produksjonsplan** som dekker de nærmeste 6-8 ukene.
- Nederst i hierarkiet finner vi en **kortsiktig produksjonsplan** som dekker de nærmeste 1-3 ukene.

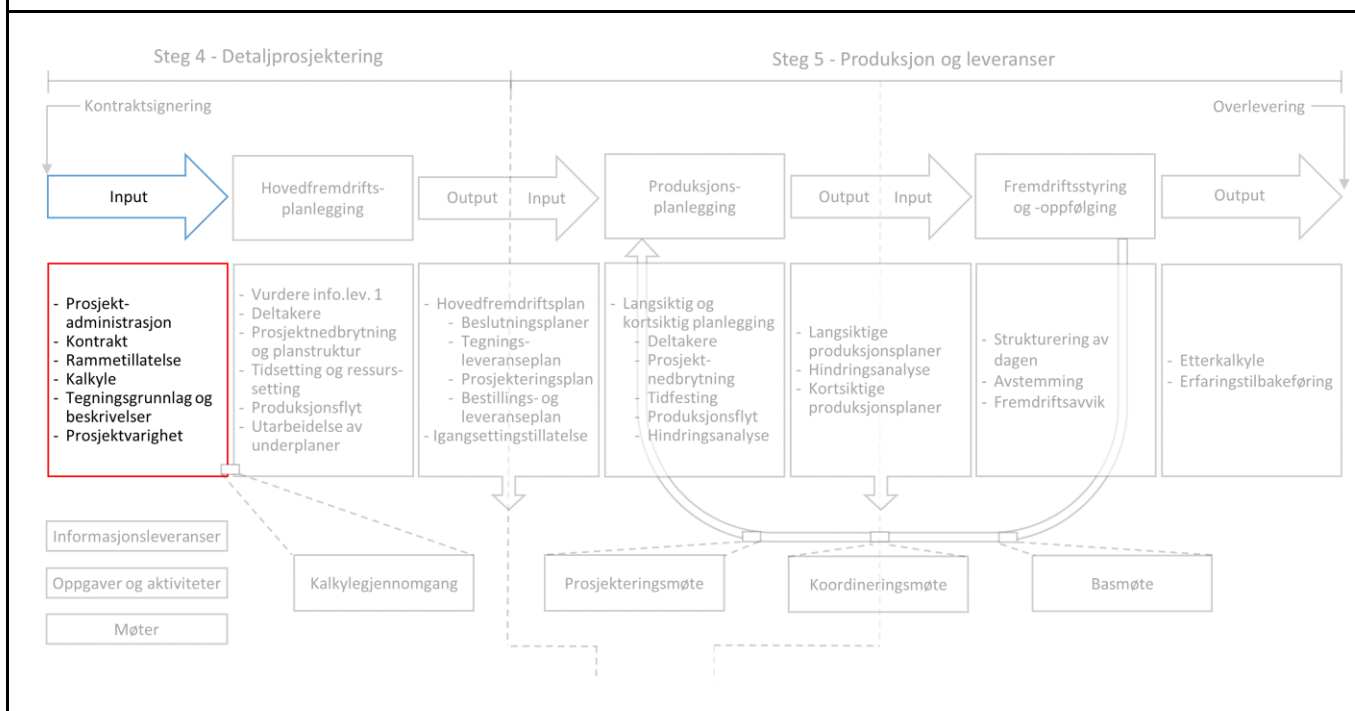
Hensikten med denne inndelingen er å skape planer der detaljeringsgraden står i forhold til tidsrommet planen dekker. Dette bygger på en grunnleggende tanke om at alle planer er prognoser og at alle prognoser er usikre. Jo lenger inn i fremtiden man forsøker å forutsi et hendelsesforløp, jo mindre sikkert er det at ting blir som forutsett. Samtidig er det sånn at jo mer man detaljerer prognosene, jo mer usikre blir de, spesielt i kombinasjon med prognoser langt frem i tid. Planhierarkiet som beskrives i denne prosessen hensyntar dette ved å detaljere fremdriftsplanene mer og mer jo nærmere utførelsen man kommer. Med det sagt; hvis man på forhånd vet nøyaktig hvordan prosjektet kommer til å utspille seg og kjenner alle detaljer er det ingenting i veien for å planlegge med en høy detaljeringsgrad langt frem i tid, men fallhøyden blir desto høyere dersom planen skulle vise seg å ikke holde mål.

Når det kommer til forholdet mellom de tre planene i hierarkiet er det viktig å huske på at hovedfremdriftsplanen er den eneste planen som dekker hele prosjektet og som er forankret i kontrakten mellom totalentreprenør og byggherre. Dette medfører at det er hovedfremdriftsplanen som har minst rom for endringer og alle andre planer skal styre fremdriften innenfor rammene av hovedfremdriftsplanen.

### Skal jeg velge 1,2 eller 3 uker på kort sikt og 6,7 eller 8 uker på lang sikt?

Dette er det ikke noe entydig svar på og grunnen til at vi har valgt å operere med disse intervallene er at planhierarkier med tre nivåer er godt forankret i både teori og praksis, mens det er litt sprikende meninger om hva som er ideell planvarighet i produksjonsplanene. Både teori og praksis holder seg innenfor intervallene på 1-3 og 6-8 uker, men med forskjellige begrunnelser for de ulike valgene. Vi anser det som god praksis å holde seg innenfor disse intervallene, men lar det være opp til hver enkelt planlegger å finne frem til hvilke varigheter som fungerer best i deres prosjekt. Et prosjekt med høy grad av prefabrikkering kan for eksempel ha lange ledetider som gjør at de langsiktige produksjonsplanene bør dekke et langt tidsrom, mens et lite prosjekt med enkle løsninger kanskje klarer seg med kortere tidshorisont i planene.

# Informasjonsleveranse 1



**Formål:** Danne grunnlag for utarbeidelsen av hovedfremdriftsplanen.

En totalentreprise overfører en stor del av ansvaret og risikoen til entreprenøren. Når entreprenøren har gjort seg kjent med grunnlaget som følger kontrakten må entreprenøren vurdere kostnad mot risiko i forhold til hvor mye arbeid som skal legges ned i produksjonskalkyle, prosjektering og planlegging før fremdriftsplanleggingen starter og hvor mye restrisiko som skal håndteres i planen. I denne vurderingen må det også tas stilling til hvor lang tid entreprenøren vil benytte til prosjektering og planlegging før produksjonen skal begynne med det i bakhodet at ferdigstillelsesdatoen gjerne er kontraktsfestet og mer eller mindre urokkelig. Det er avgjørende å ha full kontroll på det tilgjengelige grunnlaget og forutsetningene for prosjektet før planleggingen starter slik at man kan håndtere eventuell usikkerhet i planen.

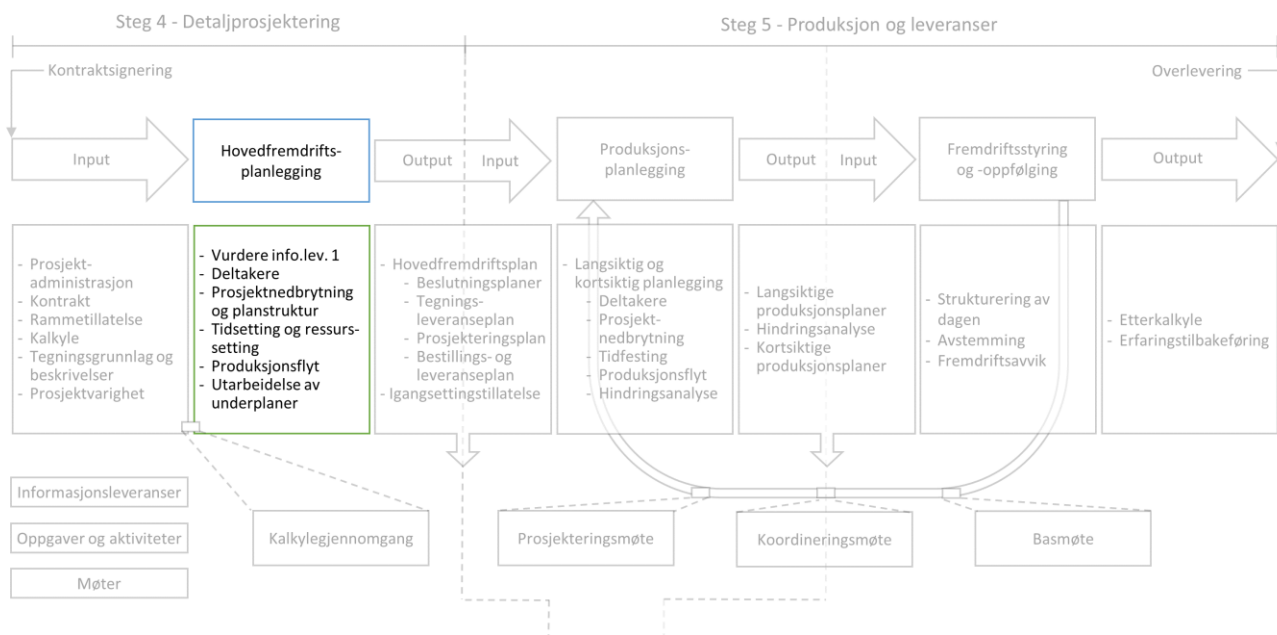
Delleveranse	Hensikt	Tips og triks	Fallgruver
Prosjektadministrasjon	Hensikt: Planlegge, styre og kontrollere prosjektet.		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bør etableres så tidlig som mulig og frigjøres fra andre oppgaver og prosjekter.</li> <li>• Bør minimum inkludere prosjektleder og anleggsleder, men en formann og bas bør også involveres så tidlig som mulig.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sen etablering eller overlapp med andre prosjekter.</li> <li>• Usikkerhet rundt hvem som skal delta i prosjektadministrasjonen.</li> </ul>		

Kontrakt	<p><b>Hensikt:</b> Fastsette rammene for prosjektet - hva skal bygges og hvem skal bygge det?</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bør foreligge før entreprenøren starter fremdriftsplanlegging.</li> <li>• Bør definere fordeling av ansvar, kommunikasjonsveier og avklare grensesnitt mellom aktørene i prosjektet.</li> </ul>
Rammetillatelse	<p><b>Hensikt:</b> Sikre at prosjektet er innenfor rammene til reguleringsplaner.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En klar anbefaling er godkjent rammetillatelse før kontraktsinngåelse og oppstart av fremdriftsplanleggingen.</li> <li>• Være profesjonell overfor kommunen og akseptere de rammer som legges i forhold til rekkefølgebestemmelser.</li> <li>• Påse at ansvarlig søker er klar over ansvar, oppgaver og prosjektets behov for rammetillatelse som også hensyntar eventuelle rekkefølgebestemmelser fra kommunen.</li> </ul>
Kalkyle	<p><b>Hensikt:</b> Vise hva entreprenøren har tatt høyde for å levere innenfor rammene av den tilbudte prisen.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalkylen bør kunne følge prosjektet fra anbuds-kalkyle via produksjonskalkyle til etterkalkyle og må tilpasses de ulike formålene underveis.</li> <li>• Eventuelle endringer eller tillegg i forhold til mengder, timeverk og produktvalg må implementeres fortløpende i kalkylen.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende oppdatering kan gjøre at kalkylen mister sin gyldighet fra anbudskalkulasjonen og frem til fremdriftsplanleggingen.</li> <li>• Kalkulatøren har hatt liten tid til å utarbeide kalkylen slik at den blir mangelfull og uegnet som grunnlag for fremdriftsplanleggingen.</li> <li>• Ikke utarbeidet en kalkyle.</li> </ul>



Tegningsgrunnlag og beskrivelser	<b>Hensikt:</b> Definere hva som skal bygges og krav til det ferdige bygget.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bør være klarert fra kommunen gjennom rammetillatelsen.</li> <li>• Etterspør oppdatert 3D-modell av bygget.</li> <li>• Må inneholde plan-, fasade- og snittegninger, samt byggherres SHA-plan.</li> <li>• Bør inneholde kravspesifikasjon, romprogram, situasjonsplan og brannkonsept.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mangelfullt tegningsgrunnlag og manglende beskrivelser.</li> <li>• Ujevn detaljeringsgrad, tvetydige beskrivelser og manglende samsvar.</li> </ul>
Prosjektvarighet	<b>Hensikt:</b> Bestemme start- og sluttdato samt viktige milepæler.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• God dialog med byggherre kan skape forståelse for hverandres krav, ønsker og behov for fremdrift mot spesielle datoer.</li> <li>• Dersom enkelte milepæler ikke er forenlige med entreprenørens ideelle fremdrift, ta en prat med byggherre.</li> <li>• Godt tegningsgrunnlag og tidlig prosjektering kan redusere byggetiden.</li> <li>• Prefabrikkering kan redusere byggetiden.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Urealistisk byggetid, spesielt dersom den allerede er kontraktsfestet.</li> <li>• Mange og irrasjonelt plasserte milepæler kan skape store utfordringer.</li> </ul>

# Hovedfremdriftsplanlegging



**Formål:** Utarbeide en hovedfremdriftsplan som blir det styrende dokumentet for hele prosessen basert på informasjonsleveranse 1. Alle behov i prosjektet skal skapes av hovedfremdriftsplanen.

**Egenskaper:** Hovedfremdriftsplanen skal samle alle grensesnitt i prosjektet og presentere prosjektet i en logisk rekkefølge. For å sikre at planen fungerer som tiltenkt er det viktig å basere den på et godt grunnlag og bygge inn tilstrekkelig sikkerhet til at den kan brukes til å styre prosjektet innenfor kontraktens rammer.

## Fallgruver:

- Utarbeide hovedfremdriftsplanen på et lite definert grunnlag.
- Det investeres ikke nok tid og ressurser i kvalitetssikring av informasjonsleveranse 1 i forkant av planleggingen.

Delleveranse	Beskrivelser	Tips og triks	Fallgruver
Vurdere informasjonsleveranse 1	<p><b>Hensikt:</b> Bli kjent med prosjektet og sikre at det kan planlegges med så høy sikkerhet som mulig basert på informasjonsleveranse 1.</p> <p><b>Gjennomføring:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gjennomføres av en komplett prosjektadministrasjon.</li> <li>• Samtlige deltakere bør bli kjent med prosjektet ved hjelp av informasjonsleveranse 1.</li> <li>• Vurder det tilgjengelige grunnlaget med et kritisk blikk og etterspør avklaringer eller informasjon om nødvendig.</li> <li>• Implementer endringer og tillegg fortløpende i informasjonsleveransen slik at det alltid foreligger et komplett informasjonsgrunnlag for prosjektet.</li> <li>• Vurdere angreps- og knutepunkter i bygget med tanke på god flyt i produksjonen.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruk av 3D-modell bidrar til enklere og raskere visualisering, og forenkler kommunikasjon.</li> <li>• Sørg for at grunnlaget hele tiden holdes oppdatert slik at det beholder sin gyldighet utover i prosjektet.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mangelfull eller manglende informasjonsleveranse 1.</li> <li>• Frykt for å etterspørre informasjon.</li> </ul>		
Deltakere	<p><b>Hensikt:</b> Involvere de rette personene i hovedfremdriftsplanleggingen slik at nøkkelpersoner får eierskap til sine deler av prosjektet og planen.</p> <p><b>Gjennomføring:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anleggsleder skal følge opp planen videre og bør derfor eie hovedfremdriftsplanen.</li> <li>• Prosjektleder bør bistå anleggsleder for å ivareta hensynet til kontrakten.</li> <li>• Involver en erfaren formann og gjerne bas da disse kan bidra med viktige innspill som sikrer planens praktiske gjennomførbarhet.</li> <li>• Involver kontraherte underentreprenører.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legg til rette for at nye deltakere fortløpende blir kjent med informasjonsunderlaget for prosjektet.</li> <li>• En involvering av andre aktører øker deres eierskap til planen.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende involvering av formenn og baser kan føre til at gode forslag går tapt.</li> </ul>		

Prosjektnedbrytning og planstruktur	<p><b>Hensikt:</b> Dele prosjektet inn i håndterbare arbeidspakker som kan ressurssettes, få estimert en varighet, planlegges og tildeles til ansvarlige, samt kontrolleres.</p> <p><b>Gjennomføring:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bryt ned prosjektet til et nivå du har kontroll over. Dersom nødvendig informasjon er tilgjengelig; flott, kjør på. Dersom nødvendig informasjon ikke foreligger slik at nøyaktig detaljering ikke lar seg gjennomføre med god sikkerhet; ikke planlegg mer detaljert enn du kan med tilfredsstillende sikkerhet før den nødvendige informasjonen er på plass. Den ytterligere detaljeringen kan gjøres i de langsiktige produksjonsplanene.</li> <li>• Del inn prosjektet på en logisk måte som legger til rette for flyt i produksjonen slik at arbeidet kan bevege seg smidig gjennom bygget.</li> <li>• Bryt ned etter geografien i bygget på et høyt nivå i planstrukturen. Del inn i etasjer, områder eller soner som inneholder like stort arbeidsomfang som kan tilpasses en fast takttid.</li> <li>• Den geografiske inndelingen brytes ytterligere ned etter aktiviteter og fag på lavere nivåer i planstrukturen. Dette bør gjøres i produksjonsplanleggingen da mer informasjon er tilgjengelig på et tidspunkt nærmere utførelsen av aktivitetene. Dette gir mulighet for planlegging med høyere sikkerhet.</li> <li>• Forsøk å oppnå samsvar med kalkylestrukturen dersom denne er brukbar. Dette gir enklere oppfølging av kostnader.</li> </ul> <div style="background-color: #d4edda; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gjør nedbrytningsstrukturen enkel å forstå og tilgjengelig for alle i prosjektet. Tegninger med markering og fargekoder kan bidra til dette.</li> </ul> </div> <div style="background-color: #f8d7da; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• For detaljert nedbrytning til detaljer man ikke har oversikt over gir stor risiko for at planen må endres på et senere tidspunkt.</li> </ul> </div>
Tidsetting og ressurssetting	<p><b>Hensikt:</b> Bestemme varigheten til aktivitetene i hovedfremdriftsplanen i sammenheng med at man vurderer bemanningen i aktivitetene.</p> <p><b>Gjennomføring:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidsettingen bør baseres på enhetstider, timeverk avsatt i kalkylen, tilbud fra underentreprenører og gamle fremdriftsplaner.</li> <li>• Anleggsleder og prosjektleder kan tidsette hovedfremdriftsplanen alene, men bør få hjelp av erfarne formenn, baser og underentreprenører der disse har bedre forutsetninger for å bestemme varighet med høy sikkerhet.</li> <li>• Ressurssettingen i aktivitetene bør vurderes og dokumenteres i hovedfremdriftsplanen. Etterstreb en jevn ressursfordeling uten store, daglige svingninger.</li> <li>• En geografisk inndeling av bygget med like stort arbeidsomfang i hver sone gir mulighet til å benytte en fast takttid for hvert fag i hver sone. En slik inndeling med soner og faste varigheter i hvert sone der hvert fag kan starte i en ny sone til et fast tidspunkt forenkler oppfølging og gir et balansert arbeidstempo uten mye start og stopp i tillegg til en jevn bemanning.</li> </ul>

Tidsetting og ressurssetting (fortsettelse)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vær ærlig med deg selv i bestemmelsen av varighet og husk på Parkinsons lov: «Arbeidet ekspanderer til å fylle den tiden som er til disposisjon».</li> <li>• Synliggjør ressurssettingen i planen.</li> <li>• Involver personer med erfaring og kjennskap til spesielle fagområder ved tidsetting av disse.</li> <li>• Reflekter over egen kompetanse og benytt fagpersoner som kjenner vanskelige eller komplekse elementer best.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingen dokumentasjon av ressursene som er lagt til grunn for de ulike varighetene.</li> <li>• Varighet er basert på tilbudet fra en annen underleverandør enn den som blir kontrahert.</li> </ul>
Produksjonsflyt	<p><b>Hensikt:</b> Tilrettelegge for effektivt og kontinuerlig arbeid med god flyt for alle aktører</p> <p><b>Gjennomføring:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• God flyt i produksjonen kan enklere oppnås ved bruk av geografisk inndeling med like store arbeidsmengder i hvert område.</li> <li>• Skaff oversikt over tilgjengelig overskuddstid i planen.</li> <li>• Ha et bevisst forhold til buffere i planen.</li> <li>• Legg opp til ferdigstillelse av en og en aktivitet om gangen fremfor å hoppe mellom flere parallelle aktiviteter.</li> <li>• Samarbeid med underentreprenørene på mest mulig måte slik at også de kan legge opp til så rasjonell drift som mulig.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Involver baser for å sikre at produksjonsflyten samsvarer med deres foretrukne arbeidsmåter.</li> <li>• Lengre aktiviteter med en lavere og jevnere bemanning gir bedre flyt enn kortere aktiviteter med svingninger i bemanningen.</li> <li>• Jevn bemanning og god flyt gir forutsigbarhet i arbeidet og bidrar til å øke produktiviteten.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korte aktiviteter med høy bemanning gir høy utskifting av folk og kan redusere effektiviteten.</li> <li>• Mange små buffere som man ikke har oversikt over kan føre til at man går glipp av potensielle besparelser i totaltiden.</li> </ul>

**Hensikt:** Underplanene til hovedfremdriftsplanen skal sikre spesielle forhold i prosjektet overfor de ulike aktørene slik at vesentlig informasjon ikke forsvinner i hovedfremdriftsplanen.

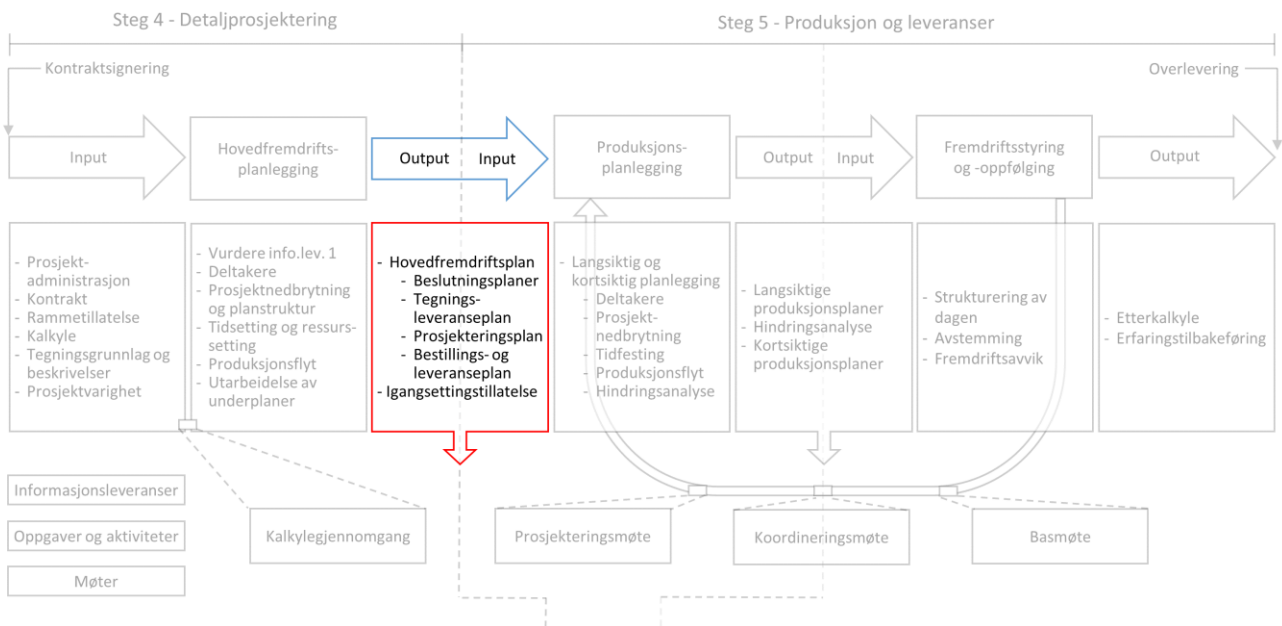
**Gjennomføring:**

- Det bør utarbeides beslutningsplaner overfor byggherre og brukere, tegningsleveranseplan, prosjekteringsplan og bestillings- og leveranseplan.
- Bakoverplanlegging, der planleggen tar utgangspunkt i slutttilstanden og ser hva som må gjøres før oppgaven kan fullføres er en nyttig tankemåte. Eksempel: Montering av en dør → Døren må leveres en uke før montering → Leveringstid på 4 uker → Døren må bestilles fem uker før monteringen.
- Gode underplaner som følger hovedfremdriftsplanen og prosjektets gang legger til rette for rettidige leveranser av både produksjonsunderlag, beslutninger og materiell. Dette kan bidra til mindre venting, omarbeid og lagringsbehov.
- Utarbeid leveranseplanene slik at de stemmer overens med den lokasjonsbaserte inndelingen av bygget. På denne måten kan de ulike leveransene leveres direkte til monteringssted ved ankomst til byggeplassen.
- Inkluder kun nødvendig og relevant informasjon, men gjør det mulig å se de ulike planene i sammenheng med helheten.

- Tilpass underplaner til hver aktør, men sørg for at de forstår helheten i prosjektet og egen påvirkning på denne helheten.
- Gjør underplanene enkle å forstå og kommunisere til de ulike deltakerne.

- Dersom underplanene ikke kan skilles ut av hovedfremdriftsplanen kan kommunikasjonen av underplanene til eksterne aktører bli vanskelig.

## Informasjonsleveranse 2



**Formål:** Danne grunnlag for produksjonsplanlegging og styre overgangen mellom prosjektering og produksjonsplanlegging.

**Egenskaper:** Hovedfremdriftsplanen er den eneste planen som dekker hele prosjektet og er kanskje det viktigste styringsdokumentet i et byggeprosjekt. Dette fordi den samler alle grensesnitt i prosjektet og presenterer hele prosjektet i en logisk rekkefølge. Hovedfremdriftsplanen er forankret i kontrakten mellom entreprenør og byggherre og dette medfører at det er hovedfremdriftsplanen som har minst rom for endringer. Alle behov i prosjektet, det være seg tegninger, prosjektering, leveranser og produksjon bør skapes og styres av hovedfremdriftsplanen. Dette kan sikres ved å trekke ut viktige beslutninger og leveranser fra hovedfremdriftsplanen og fremstille disse i egne underplaner. Både hovedfremdriftsplanen og alle underplaner må være omforent av alle aktører. Disse planene styrer overgangen mellom prosjektering og produksjonsplanlegging.

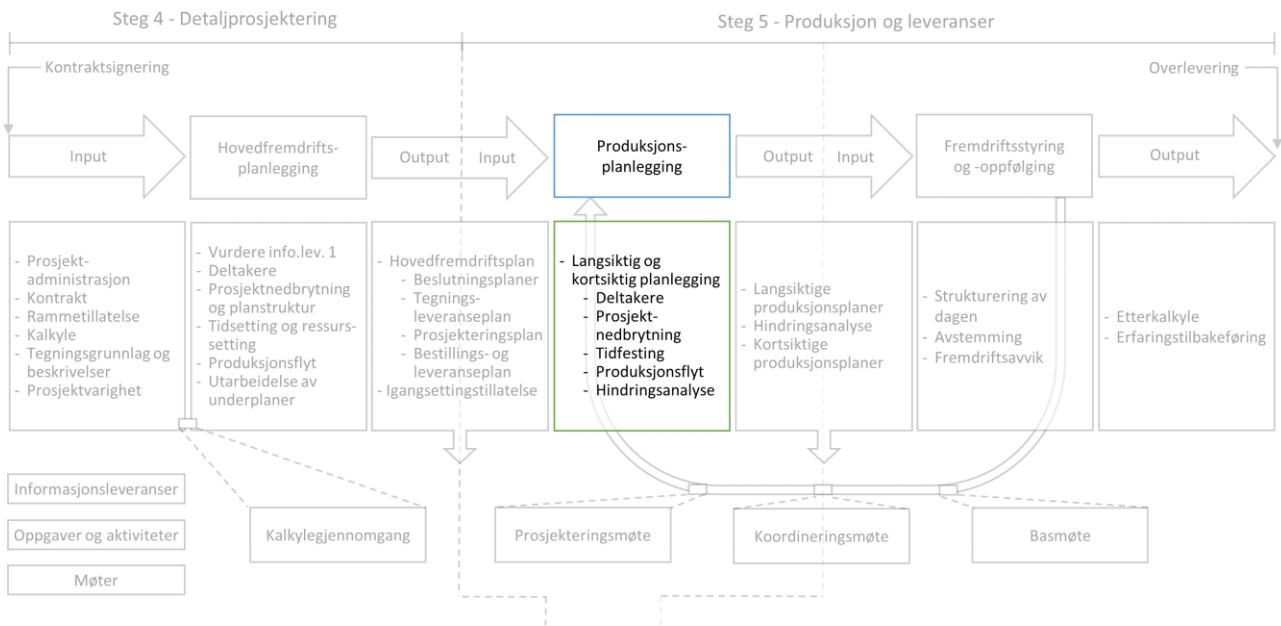
Delleveranse	Beskrivelser	Tips og triks	Fallgruver
Hovedfremdriftsplan	<p><b>Hensikt:</b> Hovedfremdriftsplanen er det overordnede styrende dokumentet og skal skape alle behov i prosjektet.</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ha oversikt over flyt og buffere i planen. Dette gjør det enklere å ta opp variasjoner og slik styre prosjektet innenfor kontraktens rammer.</li> <li>• Hovedfremdriftsplanen skal være det overordnede styringsverktøyet for samtlige aktører i prosjektet og visuell tilgjengelighet som gjør planen lett å forstå er viktig.</li> <li>• Sørg for at hovedfremdriftsplanen er omforent med alle aktører og at nye aktører fortløpende settes inn i planen.</li> <li>• Alle behov i prosjektet skal i utgangspunktet skal skapes av hovedfremdriftsplanen.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En uoversiktlig og omfattende hovedfremdriftsplan kan gjøre det vanskelig for de ulike deltakeren å få en helhetlig oversikt over prosjektet</li> <li>• En plan som inneholde detaljer man ikke har oversikt over kan føre til store feil på et sent tidspunkt.</li> </ul>		
Beslutningsplaner	<p><b>Hensikt:</b> Sikre at beslutninger fra byggherre, brukere og andre beslutningstakere foreligger i rett tid og i henhold til hovedfremdriftsplanen.</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beslutningsplanene bør være enkle å forstå.</li> <li>• Bør kun inneholde nødvendig og relevant informasjon, samtidig som de ulike beslutningstakerne kan forstå sin del av det store bildet.</li> <li>• Det bør være egne beslutningsplaner til hver gruppe av beslutningstakere.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende eller utydelige beslutningsplaner.</li> <li>• Manglende samsvar eller oppdatering mellom hovedfremdriftsplan og beslutningsplaner.</li> </ul>		
Tegningsleveranseplan	<p><b>Hensikt:</b> Sikre at tegninger leveres i rett tid og i henhold til hovedfremdriftsplanen.</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tegningsleveranseplanene bør være enkle å forstå.</li> <li>• Bør kun inneholde nødvendig og relevant informasjon, samtidig som arkitekt og de ulike prosjekterende kan forstå sin del av det store bildet.</li> <li>• Tilpass egne tegningsleveranseplaner til arkitekt og alle prosjekterende.</li> <li>• Leveransetidspunktene i tegningsleveranseplanen bør inkludere tilstrekkelig tid til at totalentreprenøren kan kvalitetssikre tegningene og etterspørre eventuelle endringer.</li> </ul>		



Tegnings- leveranseplan (fortsettelse)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende eller utydelige tegningsleveranseplaner.</li> <li>• Manglende samsvar eller oppdatering mellom hovedfremdriftsplan og tegningsleveranseplan.</li> <li>• Manglende samsvar eller oppdatering mellom prosjekteringsplan og tegningsleveranseplan.</li> </ul>
Prosjekteringsplan	<p><b>Hensikt:</b> Sikre at prosjektering av ulike bygningsdeler fullføres i rett tid og i henhold til hovedfremdriftsplanen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prosjekteringsplanene bør være enkle å forstå.</li> <li>• Bør kun inneholde nødvendig og relevant informasjon, samtidig som de ulike prosjekterende forstår sin del av det store bildet.</li> <li>• Leveransetidspunktene i prosjekteringsplanen bør inkludere tilstrekkelig tid til at totalentreprenøren kan kvalitetssikre underlag og tegninger og etterspørre eventuelle endringer.</li> <li>• Det bør tilpasses egne prosjekteringsplaner til hver gruppe av prosjekterende.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende eller utydelige prosjekteringsplaner.</li> <li>• Manglende samsvar eller oppdatering mellom hovedfremdriftsplan og prosjekteringsplaner.</li> <li>• Manglende samsvar eller oppdatering mellom tegningsleveranseplan og prosjekteringsplan.</li> </ul>
Bestillings- og leveranseplan	<p><b>Hensikt:</b> Sikre at bestillinger utføres tidsnok til at leveranser ankommer i rett tid i tillegg til å ha en plan for mottak av leveranser når de ankommer. Dette i henhold til hovedfremdriftsplanen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestillingsplanene bør være enkle å forstå, og ikke etterlate noen tvil om hvem som har ansvaret for de ulike bestillingene.</li> <li>• Leveranseplaner som samsvarer med prosjektnedbrytningen gir mulighet for flere og mindre leveranser som kan gå inn i produksjonen uten å lagres over lang tid. Dette reduserer det totale lagringsbehovet, men forutsetter god styring.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende eller utydelige bestillingsplaner.</li> <li>• Manglende samsvar eller oppdatering mellom hovedfremdriftsplan og bestillings- og leveranseplanene.</li> </ul>

Igangsettingstillatelse (IG)	Hensikt: Tillate oppstart av arbeider for hele eller deler av prosjektet.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Følg opp prosessen med samsvarsdokumentasjon forut for en IG-søknad og bistå ansvarlig søker ved behov.</li> <li>• Sørg for at IG-søknader sendes inn i tide slik at det tas høyde for saksbehandlingstiden hos kommunen.</li> <li>• Sørg for godt samarbeid og god kommunikasjon med ansvarlig søker.</li> <li>• Gjør som lover og regler legger opp til - de gjelder uansett hvor frustrerende prosessen kan fremstå for entreprenøren.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• For sen innlevering av IG-søknader kan få store konsekvenser for fremdriften.</li> </ul>

# Produksjonsplanlegging



**Formål:** Skal virkeliggjøre hovedfremdriftsplanen samtidig som det sikres at alle aktører kan utføre produksjon som planlagt og avtalt.

I hovedsak skal produksjonsplanleggingen gjennomføres for å sette hovedfremdriftsplanen ut i live gjennom fortløpende sikring av planlagt produksjon som hele tiden mater produksjonssystemet med klargjorte arbeidspakker. Den langsiktige produksjonsplanleggingen henter planlagt produksjon fra hovedfremdriftsplanen ved at anleggsleder tar opp det planlagte arbeidet i de kommende 6-8 ukene i koordineringsmøtet. Her sikres den planlagte produksjonen ved at hindringer for aktivitetene identifiseres og løses gjennom tildeling til ansvarlige aktører. De sikrede arbeidspakkene bringes videre til basemøtet der ny produksjon ukentlig planlegges i kortsiktige produksjonsplaner.

## Tips og triks:

- Legg til rette for at nye deltakere fortløpende blir kjent med informasjonsunderlaget for prosjektet.
- Alltid påse at alle aktiviteter som forlater koordineringsmøtet har alle nødvendige forutsetninger som produksjonsunderlag, tegninger, materialer utstyr og ressurser.
- Involver personer som er så nærme produksjonen som mulig for å øke deres eierskap til planene og for å sikre planlagte løsnings praktiske gjennomførbarhet.

## Fallgruver:

- Det er fort gjort å havne bakpå i planleggingen. Dette kan føre til at man mister kontrollen på om aktiviteter virkelig er klare for gjennomføring.
- Manglende involvering av aktører i planlegging og målsetting kan føre til manglende motivasjon, eierskap til og respekt for planen.
- Sviktende kommunikasjon og manglende tilrettelegging for god informasjonsflyt.

Delleve- ranse	Beskrivelser	Tips og triks	Fallgruver
Langsiktig produksjonsplanlegging	<p><b>Hensikt:</b> Hensikten med den langsiktige produksjonsplanleggingen er å sikre gjennomførbarheten til aktivitetene de kommende 6-8 ukene ved å klargjøre arbeidspakkene og påse at alt er tilrettelagt for at disse kan settes ut i produksjon til planlagt tid.</p> <p><b>Gjennomføring:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Langsiktig produksjonsplanlegging bør gjennomføres i koordineringsmøtene.</li> <li>• Sett opp en systematisk vurdering der aktivitetene de neste 6-8 ukene vurderes for følgende forutsetninger: tegninger, beskrivelser, materialer, utstyr, foregående arbeider og ressurser. Dette bør dokumenteres slik at eventuelle mangler synliggjøres for aktuelle aktører.</li> <li>• En tydelig ansvarsfordeling for de identifiserte hindringene er nødvendig.</li> </ul> <p><b>Deltakere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anleggsleder skal eie de langsiktige produksjonsplanene, men er avhengig av at planleggingen skjer i samarbeid med formenn og underentreprenørens prosjektledere eller personer med tilsvarende ansvar.</li> </ul> <p><b>Prosjektnedbrytning:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Følger i hovedsak strukturen i hovedfremdriftsplanen, men med en ytterligere detaljering av aktiviteter og områder som gjør at alle avhengigheter i de kommende 6-8 uker kommer klart frem. Dersom hovedfremdriftsplanen er tilstrekkelig detaljert til at avhengighetene kommer frem og det som er detaljert i hovedfremdriftsplanen fortsatt stemmer, kan de langsiktige produksjonsplanene trekkes direkte ut fra hovedfremdriftsplanen for det aktuelle tidsrommet. Dersom dette ikke er tilfellet må detaljeringsnivået i planen økes til man har denne kontrollen. Uavhengig av hvordan arbeidet i de kommende 6-8 ukene fremkommer bør prosessen som sikrer aktivitetenes gjennomførbarhet uansett gjennomføres.</li> </ul> <p><b>Tidsetting:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De overordnede varighetene er gitt av hovedfremdriftsplanen, men innenfor disse rammene kan tidsetting gjøres relativt fritt. Ytterligere detaljering av aktiviteter krever tilsvarende detaljert og nøyaktig tidsetting.</li> </ul> <p><b>Produksjonsflyt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeidet bør foregå i en logisk og kronologisk rekkefølge da det er enklere å forholde seg til arbeider som er lagt opp på denne måten. Det blir en enklere logistikk for alle aktører, øker forutsigbarheten i arbeidet og gjør det enklere å forstå produksjonssystemet.</li> <li>• En soneinndeling der alle aktiviteter starter på faste tidspunkter i nye soner forenkler oppfølging og gir et balansert arbeidstempo uten mye start og stopp.</li> </ul> <p><b>Hindringsanalyse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dette er et hjelpemiddel for kartlegging av ulike forhold som kan hindre at en arbeidspakke kan settes ut i produksjon til avtalt tid.</li> </ul>		

Langsiktig produksjonsplanlegging (fortsettelse)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tilrettelegg for alle på best mulig vis.</li> <li>• En omforent plan der de berørte deltakerne har bidratt i utarbeidelsen vil øke tilliten og følgelig eierskapet til planen.</li> <li>• De ulike aktørene bør oppmuntres til å fremme forslag som alle kan dra nytte av. Totalentreprenøren må lede an for å oppnå dette.</li> <li>• Involver de ulike aktørene som skal utføre aktiviteten i hindringsanalysene. Da er sjansene større for å oppdage samtlige hindringer.</li> <li>• Benytt 3D-modell for enklere visualisering av prosjektet.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktiviteter påbegynnes til planlagt tid, men kan ikke ferdigstilles som følge av hindringer som viser seg underveis i utførelsen.</li> <li>• Manglende involvering av de ulike aktørene i hindringsanalysen gjør at ikke alle hindringer kommer frem.</li> <li>• Den langsiktige produksjonsplanleggingen foregår kun i hodet til anleggsleder - ikke på en systematisk hindringsanalyse som involverer og synliggjøres for alle aktører.</li> </ul>
Kortsiktig produksjonsplanlegging	<p><b>Hensikt:</b> Utarbeide de kortsiktige produksjonsplanene som spesifiserer arbeidene de nærmeste 1-3 ukene og som skal kunne brukes av baser og formenn til direkte produksjonsstyring.</p> <p><b>Gjennomføring:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kortsiktig produksjonsplanlegging bør gjennomføres i basemøtene.</li> <li>• Aktivitetene som planlegges den nærmeste uken skal være 100 % sikret for gjennomførbarhet.</li> <li>• De kortsiktige produksjonsplanene skal holde seg innenfor rammene til både hovedfremdriftsplanen og de langsiktige produksjonsplanene.</li> </ul> <p><b>Deltakere:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dette skal være fagarbeidernes plan. Derfor skal de kortsiktige produksjonsplanene utarbeides av personer som er så nær produksjonen som mulig. I praksis vil det si at baser og til en viss grad formenn bør utarbeide planene slik at basene kan formidle planene til sine respektive lag. Involvering av baser er også et viktig grep for å sikre deres eierskap til planen.</li> <li>• Anleggsleders oppgave i forbindelse med utarbeidelsen av de kortsiktige produksjonsplanene bør begrenses til å fasilitere basemøtet og sikre samsvar med øvrige fremdriftsplaner.</li> </ul> <p><b>Prosjektnedbrytning:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De kortsiktige planene skal beskrive fagarbeidernes oppgaver dag for dag på person- eller lagsnivå. Dette detaljeringsnivået gjelder uansett nedbrytningsstruktur, men ved bruk av taktplanlegging på overordnede planer vil de kortsiktige planene detaljere arbeidene innad i en sone.</li> </ul>

**Tidsetting:**

- Et viktig poeng med de kortsiktige produksjonsplanene er at de skal utformes uten buffere.
- Sammenhenger mellom aktiviteter i de kortsiktige produksjonsplanene og tidsetting av aktivitetene er ikke, og bør heller ikke være, en kunnskapsbasert øvelse. Erfaringen til og involveringen av baser og formenn er de viktigste virkemidlene for å sikre gode kortsiktige planer.

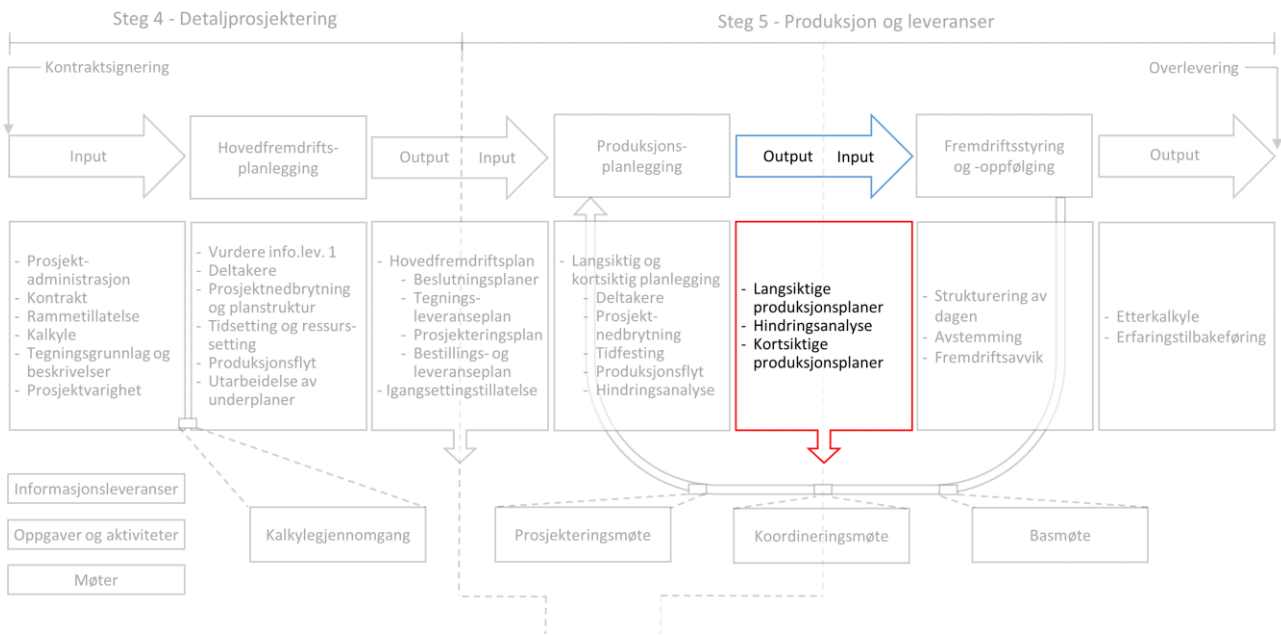
**Produksjonsflyt:**

- Arbeidet bør foregå i en logisk og kronologisk rekkefølge da det er enklere å forholde seg til arbeider som er lagt opp på denne måten. Det blir en enklere logistikk for alle aktører, øker forutsigbarheten i arbeidet og gjør det enklere å forstå produksjonssystemet.

- Tilrettelegg for at alle aktører kan gjennomføre sine oppgaver på best mulig vis uten forstyrrelser fra andre.
- En omforent plan der berørte deltakerne har bidratt i utarbeidelsen vil øke tilliten og eierskapet til planen.
- God lesbarhet og intuitiv i bruk. Bruk av fargekoder i planen for å skille de ulike fagene eller lagene kan være nyttig.
- Skal benyttes ute i produksjonen og til daglig oppfølging. Planen må følgelig være enkel å ha med seg i produksjonen og være tilgjengelig for fagarbeiderne til enhver tid.

- Manglende kontroll eller vurdering av tegningsgrunnlaget før oppstart av en aktivitet.
- Dårlig tilgjengelighet, både visuelt og fysisk, av de kortsiktige produksjonsplanene kan føre til misforståelser og feilproduksjon.
- Dersom planen ikke er realistisk og gjennomtenkt kan folk miste tilliten til planen, slutte å følge den og i verste fall suboptimalisere egen produksjon som kan få store ringvirkninger.

## Informasjonsleveranse 3



**Formål:** Skal definere de til enhver tid gjeldende produksjonsplanene og styre overgangen mellom produksjonsplanlegging og produksjon.

### Tips og triks:

- Det må alltid være tydelig hva som er gjeldende planer.

### Fallgruver:

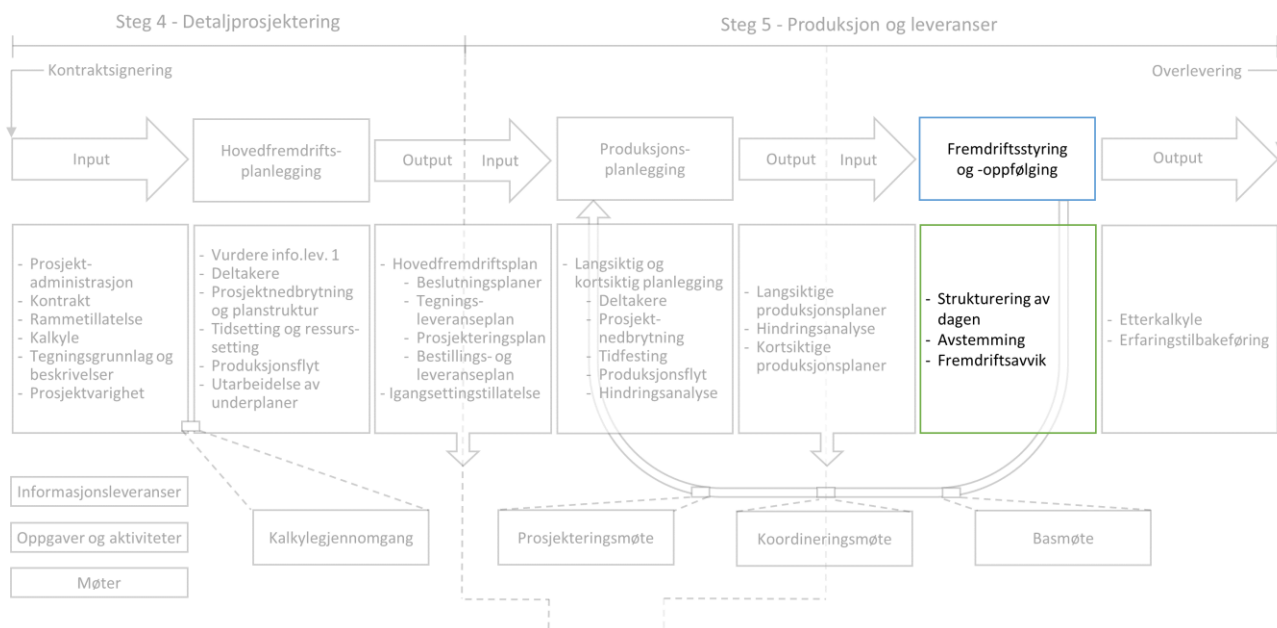
- Snevert fokus i planleggingen kan gjøre at man mister koblingen mot hovedfremdriftsplanen.

Delleve- ranse	Beskrivelser	Tips og triks	Fallgruver
Langsiktige produksjonsplaner	<p><b>Hensikt:</b> Dokumentere at aktiviteter som nærmer seg produksjon er kontrollert for hindringer og klare til å utføres.</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Det bør ikke være mulig å misforstå hvilken plan som til enhver tid er den gjeldende. Dette kan sikres gjennom utskiftning og oppdatering av planer til faste tidspunkt og med tydelig versjonskontroll.</li> <li>• Langsiktig produksjonsplaner kan bestå av typiske Gantt-diagram, være skjematisk fremstilt eller en kombinasjon av begge deler. Det viktigste er at planene må dokumentere at aktivitetene er kontrollert for gjennomførbarhet og tildele ansvar for eventuelle mangler til ansvarlige aktører.</li> <li>• Visuell tilgjengelighet er viktig for å sikre at planene fungerer som forutsatt. Dette kan gjøres gjennom for eksempel ansvarsmatriser, fargekoder eller bruk av hjelpemidler som tavler, post-it-lapper eller storskjerm.</li> <li>• 3D-modeller kan være et godt hjelpemiddel.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktiviteter med manglende forutsetninger kan utilsiktet passere prosessen hvor de kontrolleres for hindringer og skape utfordringer når de skal produseres.</li> <li>• Man kan miste fokuset på enkle ting som i utgangspunktet ikke var et problem dersom man blir for opphengt i bestemte problemer.</li> </ul>		
Hindringsanalyse	<p><b>Hensikt:</b> Verktøy for å dokumentere at aktiviteter som nærmer seg produksjon er kontrollert for hindringer og klare til å utføres. Skal i tillegg fordele ansvar for eventuelle gjøremål som må gjennomføres før aktiviteter er klare til produksjon.</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fremstill hindringsanalysen skjematisk i en matrise med aktivitetene i den vertikale kolonnen og hindringene i den vannrette kolonnen. Kryss så av for hvilke hindringer som finnes i de ulike aktivitetene.</li> <li>• Det er av stor betydning at totalentreprenøren følger opp at hindringer oppdaget i analysen utbedres av de ansvarlige aktørene.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende ansvarsfordeling som fører til at hindringene ikke fjernes før aktiviteten skal ut i produksjon.</li> <li>• Hindringsanalysen gjennomføres halvhjertet slik at banale hindringer utelukkes fra hindringsanalysen og glemmes.</li> </ul>		



Kortsiktige produksjonsplaner	<p><b>Hensikt:</b> Spesifisere arbeidene de nærmeste 1-3 ukene og kunne brukes av baser og formenn til direkte produksjonsstyring.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planene bør være lett tilgjengelige og synlige på byggeplassen.</li> <li>• Det er avgjørende med klart avgrensede oppgaver og aktiviteter i disse planene.</li> <li>• Disse planene bør lages uten buffere for å ikke kaste bort tid, men det er avgjørende å følge opp at alle aktører faktisk gjennomfører de tildelte oppgavene for at planene skal overholdes. Forståelse av sin oppgave som en del av det store produksjonssystemet kan motivere til å følge disse planene.</li> <li>• Planene bør inneholde bufferaktiviteter, det vil si aktiviteter som er klare til utførelse, men som ikke er en del av den planlagte fremdriften, slik at alle til enhver tid har noe å gjøre. Enten dette skyldes mer effektiv produksjon enn planlagt eller at andre aktiviteter ikke lar seg gjennomføre.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lite spesifikke planer med manglende ansvarsfordeling knyttet til de ulike aktivitetene kan føre til at de ulike aktørene mister tilliten til planene.</li> <li>• Planen er ikke tilgjengelig for de som skal utføre aktivitetene.</li> <li>• Oppgaver som har blitt planlagt i disse planene, men som ikke lar seg gjennomføre som planlagt kan skape misnøye og ødelegge motivasjon.</li> </ul>

## Fremdriftsstyring og -oppfølging



**Formål:** Skal styre og kontrollere de ulike planene, rapportere endringer og tillegg, samt holde oversikt over prosjektet. Fremdriftsstyringen og -oppfølgingen skal gi kontinuitet og sammenheng mellom de ulike planene i fremdriftsplanleggingen.


### Tips og triks:

- Totalentreprenøren må anerkjenne seg selv som en del av det samme systemet som underentreprenører og -leverandører. I dette ligger å overholde egne forpliktelser like strengt som man forventer at andre skal overholde sine.
- Kommunikasjon, forståelse og samarbeid kan løse mye. Ingen er tjent med dagmulktkrav og trusler.
- Totalentreprenøren bør utføre aktiv fremdriftsoppfølging ute på byggeplassen.
- Aktiv og hyppig fremdriftsoppfølging bidrar til at man alltid har oppdatert informasjon om statusen i prosjektet. Dette hjelper en å opprettholde oversikt og kontroll slik at man enklere kan ta tak i problemer før de blir store og u håndterlige.

### Fallgruver:

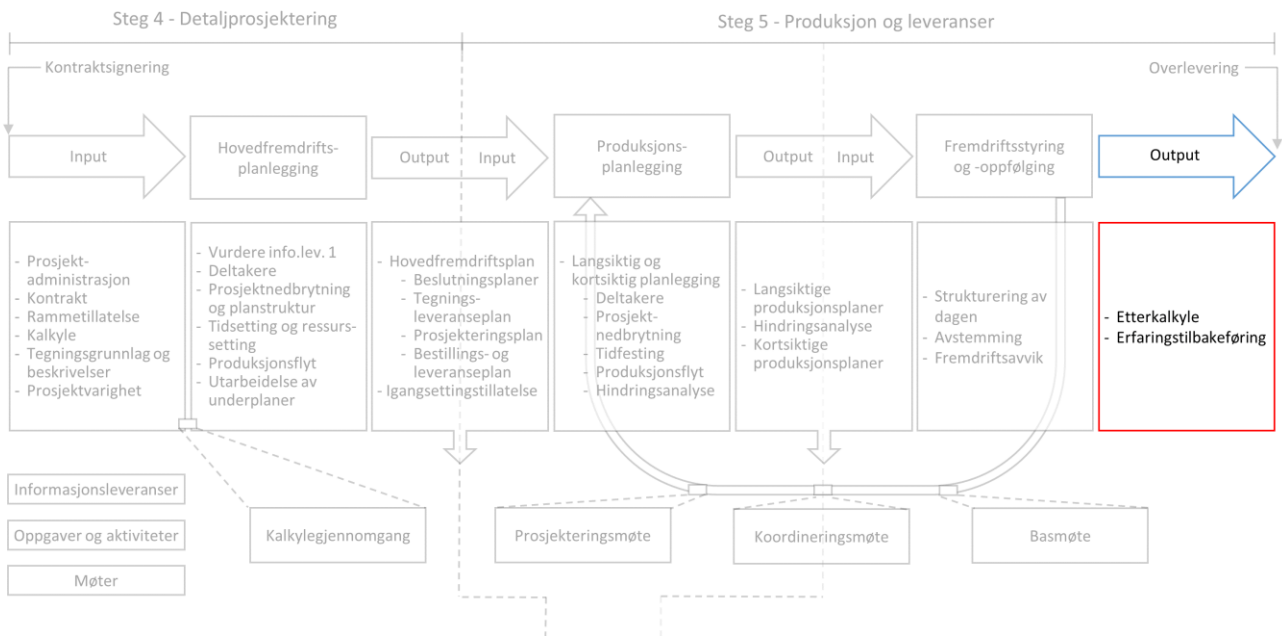
- Tilliten fra de andre aktørene kan raskt forsvinne dersom totalentreprenøren ikke overholder egne forpliktelser.

Delleve- ranse	Beskrivelser	Tips og triks	Fallgruver
Strukturering av dagen	<p><b>Hensikt:</b> Fordele ansvar og oppgaver for fremdriftsstyring og -oppfølging internt i prosjektadministrasjonen og prioritere oppgaver i travle tider.</p> <p><b>Gjennomføring:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Det er viktig å ikke glemme de enkleste verktøyene som gjøremålslistene, notatbøker, kaffemøter, tavler og ansvarsmatriser i en hektisk hverdag med mange systemer og møter.</li> <li>• Et hjelpemiddel som kan benyttes til å prioritere oppgaver i travle tider er en matrise som skiller mellom hvilke aktiviteter som har stor eller liten påvirkning for videre aktiviteter, og hvilke aktiviteter som er viktige og mindre viktige. Dersom aktiviteten i gjøremålslisten ikke har stor påvirkning for videre fremdrift og er mindre viktig kan den utsettes, mens dersom den har stor påvirkning for videre fremdrift og er viktig må den utføres øyeblikkelig.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viktige gjøremål kan inkluderes i digitale kalendere for varsling.</li> <li>• Det kan være nyttig å fordele oppgaver mellom medlemmene i prosjektadministrasjonen og avlaste hverandre ved behov - god alene, men best sammen.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glemme de enkle tingene som å tenke gjennom dagen fordi man stoler blindt på omfattende planer og systemer.</li> </ul>		
Avstemming	<p><b>Hensikt:</b> Kontrollere faktisk fremdrift mot planlagt fremdrift.</p> <p><b>Gjennomføring:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De <b>kortsiktige produksjonsplanene</b> avstemmes i basmøtene.</li> <li>• Planpålitelighet på kortsiktige planer kan måles ved å regne ut prosentandelen fullførte aktiviteter i en periode i forhold til antallet planlagte aktiviteter i den samme perioden. Typisk kan man gjøre dette for en uke av gangen. Dette sier noe om planleggernes evne til å utarbeide realistiske planer.</li> <li>• Hvorvidt aktiviteter på kortsiktige planer er ferdige eller ikke bør kun besvares med JA eller NEI.</li> <li>• De <b>langsiktige produksjonsplanene</b> kan avstemmes i koordineringsmøtene dersom dette lar seg gjøre. Resultatet fra avstemmingen av de kortsiktige produksjonsplanene er også en viktig faktor for å avstemme de langsiktige planene.</li> <li>• <b>Hovedfremdriftsplanen</b> avstemmes på bakgrunn av avstemmingen til de langsiktige og kortsiktige produksjonsplanene.</li> </ul>		

<b>Avstemming (fortsettelse)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivitetene bør være klart avgrenset og lett målbare da det forenkler avstemmingen.</li> <li>• Jevne overleveringer av ferdigstilte aktiviteter på faste dager. Dette blir vesentlig enklere med lokasjonsbasert nedbrytning og produksjon planlagt etter en fast takttid.</li> <li>• Dersom resultatene fra avstemmingen dokumenteres og systematiseres kan de benyttes til å forbedre planleggingen og følgelig optimalisere produksjonsflyten. Ved å lære av både suksess og fiasko kan de samme feilene elimineres neste gang og suksessen tas med videre.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Store og vagt definerte arbeidspakker som ikke lar seg avgjøre om er fullført med et JA eller NEI.</li> <li>• Manglende avstemming av kortsiktige planer kan føre til at aktiviteter som ikke er fullført som planlagt glemmes overført til neste plan.</li> </ul>
<b>Fremdriftsavvik</b>	<p><b>Hensikt:</b> Oppdage og håndtere avvik fra planlagt produksjon før det oppstår eventuelle konsekvenser for andre aktiviteter. Dette gjelder både avvik fra hovedfremdriftsplanen, langsiktige produksjonsplaner og kortsiktige produksjonsplaner.</p> <p><b>Gjennomføring:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Som hovedregel kan vi si at avvik som krever tiltak er alle avvik som påvirker andre aktiviteter enn aktiviteten der avviket oppstod.</li> <li>• Både faktisk produksjon som er foran planlagt produksjon og faktisk produksjon som er forsinket i forhold til planlagt produksjon kan være avvik som krever tiltak.</li> <li>• Avvik kan vurderes etter følgende prosess:</li> </ul> <div style="text-align: center;">  <pre> graph TD     A[Avvik] --&gt; B{Har avviket konsekvenser for andre aktiviteter?}     B -- Ja --&gt; C[Dokumenter avviket]     C --&gt; D[Kartlegg konsekvenser]     D --&gt; E[Begrens avviket]     E --&gt; F[Hent inn avvik på så lavt plannivå som mulig. Hovedfremdriftsplanen skal ikke påvirkes]     B -- Nei --&gt; G[Påse at det faktisk ikke får konsekvenser og at neste aktivitet kan starte i henhold til planen] </pre> </div>

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Fremdriftsavvik (fortsettelse)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Det kan være lurt med bufferaktiviteter som kan gjennomføres dersom avvik ikke kan hentes inn med en gang, eller i tilfeller der man ligger foran planen og slipper opp for arbeid.</li> <li>• Tendenser kan være til hjelp i vurderingen av hvorvidt et avvik krever tiltak. Tendenser til økende avvik i en bestemt aktivitetstype er for eksempel et dårlig tegn.</li> <li>• Sett heller inn et tiltak for mye enn for lite - et avvik løser sjeldent seg selv.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dårlige planer som ikke tydelig viser hvordan aktivitetene henger sammen kan føre til feilvurdering av konsekvensene av et avvik.</li> <li>• Ved store eller mange avvik som ikke tas til følge kan konsekvensene være forlenget byggetid med tilhørende dagmulker fra byggherre, dårlig kvalitet på utført arbeid og økte utgifter som en følge av urasjonell drift i sluttfasen og forlengede riggekostnader.</li> </ul>

# Informasjonsleveranse 4

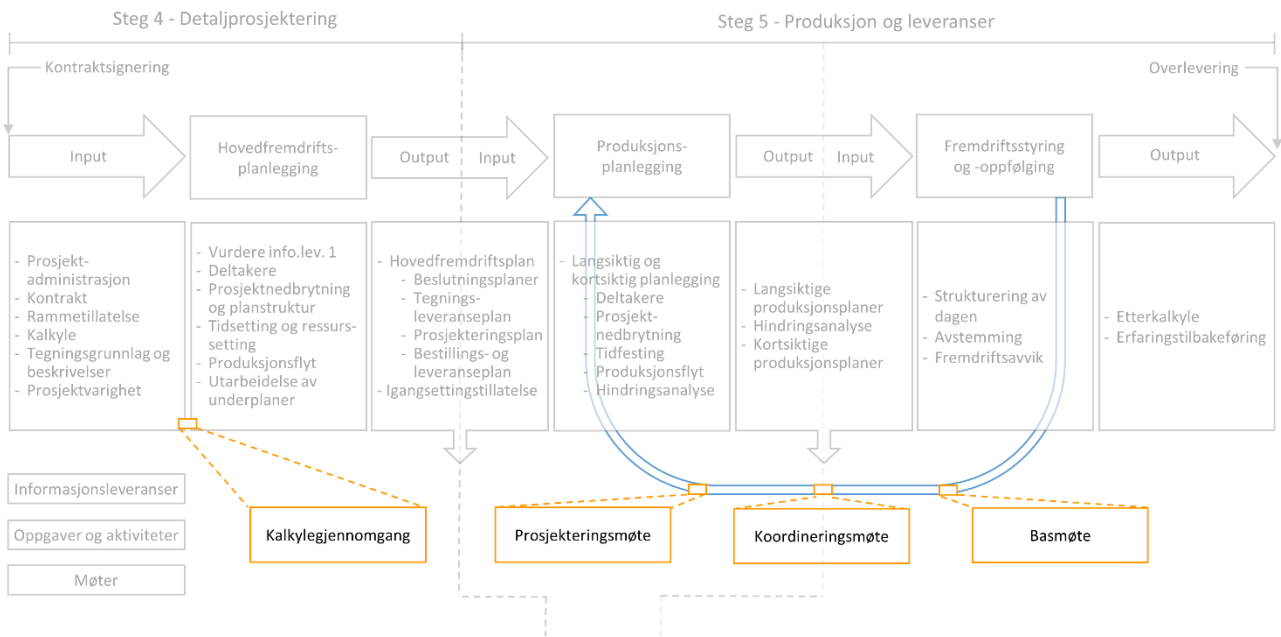


**Formål:** Skal sikre grunnlag for å kunne lære fra prosjekt til prosjekt og forbedre eget arbeid i lys av egne og andres tidligere erfaringer.

Delleveranse	Beskrivelser	Tips og triks	Fallgruver
Etterkalkyle	<b>Hensikt:</b> Beregne faktiske enhetstider og -priser på bakgrunn av faktiske kostnader og faktisk produksjon.		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan gjøres fortløpende gjennom hele prosjektet dersom dette bidrar til at det faktisk blir utført fremfor at det utsettes til slutt og i verste fall glemmes eller nedprioriteres til fordel for nye prosjekter.</li> <li>• Lage enkle og effektive systemer som kan oppdateres fortløpende gjennom hele prosjektet og gjøres tilgjengelig for resten av organisasjonen i etterkant.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ikke se verdien av utarbeidelsen av etterkalkylene og følgelig erfaringstall.</li> </ul>		

Erfaringstilbakeføring	<p><b>Hensikt:</b> Lære av både suksess og fiasko slik at senere prosjekter kan gjenta de gode tingene og unngå de samme problemene.</p> <p>Erfaringstilbakeføring er av vesentlig betydning for en kontinuerlig forbedring av fremdriftsplanleggingen. Erfaringsoverføringen må forankres i den daglige driften av organisasjonen, og det må skapes en kultur hvor både suksess og fiasko oppfattes som bidrag til læring. Erfaringsoverføring kan foregå på mange ulike måter. Først og fremst er forum eller samlinger gode arenaer der planleggerne kan utveksle erfaringer. Videre kan de ulike planleggerne observere hverandres praksis, eller ta en telefon til hverandre.</p> <p>For at erfaringsoverføring skal fungere ser det ut til å forutsette at man har et felles utgangspunkt for erfaringene som diskuteres. Dersom ulike planleggere gjør ting på hver sin måte uten felles forankring i det samme systemet vil det kanskje være vanskelig å dra nytte av hverandres erfaringer hvis man ender opp med å forsvare egen arbeidsmåte fremfor å forbedre en felles arbeidsmåte. Det kan virke som om alle rett og slett må ha rot i den samme virkeligheten hvis erfaringsoverføring skal fungere i praksis.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prosjekter er kanskje unike i det store bildet, men ved nedbrytning av prosjektene viser det seg mange likheter mellom de tilsynelatende unike prosjektene. Ved å anerkjenne at prosjekter består av gjentakende elementer kan det være lettere å se verdien i å lære av tidligere prosjekter.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfaringene tilgjengeliggjøres ikke for hele organisasjonen.</li> <li>• Det skapes ikke en kultur for utveksling av erfaring.</li> </ul>

# Møter i prosessen for fremdriftsplanlegging



**Hensikt:** Skal skape møteplasser og fora for strukturert samarbeid. Møtene skal skape kontinuitet mellom de ulike planene og sikre at planene det styres etter alltid er oppdatert og omforent av alle aktører.

## Tips og triks:

- Det bør sikres en klar agenda for alle møter.
- Kun de som faktisk har noe med møtet å gjøre bør delta.
- Møtene bør holdes så korte og strukturerte som mulig.
- Benytt visuelle hjelpemidler som 3D-modell, storskjerm eller tavler.
- Forsøk å skape en kultur hvor forslag fremmes til felles beste.

## Fallgruver:

- Begrepet fremdriftsmøter bør unngås da det brukes svært varierende og viser seg å føre til mye forvirring.



Delleve- ranse	Beskrivelser	Tips og triks	Fallgruver
Kalkylegjennomgang	<p><b>Hensikt:</b> Sikre at forutsetningene som er lagt til grunn i anbudskalkylen overføres til prosjektadministrasjonen.</p> <p>Det er kalkulatørene som på dette tidspunktet kjenner prosjektet best, men det er prosjektadministrasjonen som skal levere et prosjekt i henhold til kalkylen. En slik erfaringsoverføring kan derfor vise seg å bli avgjørende for prosjektets suksess.</p> <p><b>Når:</b> Gjennomføres i utgangspunktet kun én gang og bør finne sted raskt etter kontraktsinngåelse med byggherren, men ikke tidligere enn at totalentreprenøren er absolutt sikker på egen prosjektadministrasjon.</p> <p><b>Deltakere:</b> Prosjektleder, anleggsleder, formenn og alle som har deltatt i kalkulasjonen bør delta i dette møtet.</p> <p><b>Agenda:</b> Alle forutsetninger, vurderinger og valg i kalkylen må gjøres kjent for prosjektadministrasjonen. Kalkylen med eventuelt oppdatert tegnings- og prosjekteringsgrunnlag bør gjennomgås, og eventuelle endringer som har påløpt siden kontraktsinngåelse må implementeres i kalkylen. Møtet bør referatføres og ikke forhastes slik at alle vesentlige forhold kan dekkes.</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ved å sette av nok tid og sikre deltakelse i disse møtene kan mange spørsmål, misforståelser og avklaringer i etterkant unngås.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglende referatføring av møtet kan føre til at vesentlig informasjon for videre fremdriftsplanlegging går tapt.</li> </ul>		
Prosjekteringsmøter	<p><b>Hensikt:</b> Møtet skal bidra til å sikre oppfyllelsen av de langsiktige produksjonsplanene ved å klargjøre produksjonsunderlag. Prosjekteringsmøtet er et resultat av behovene for produksjonsunderlag som skapes av hovedfremdriftsplanen.</p> <p><b>Når:</b> Møtefrekvensen vil variere med det til enhver tid aktuelle prosjekteringsbehovet i prosjektet, men det anses som god praksis med prosjekteringsmøter hver eller annenhver uke.</p> <p><b>Deltakere:</b> Deltakere i dette møtet bør være representanter fra alle prosjekterende og arkitekt, prosjektleder og anleggsleder.</p> <p><b>Agenda:</b> Viktig grunnlag for prosjekteringsmøtet er de langsiktige produksjonsplanene såvel som relevante underplaner av hovedfremdriftsplanen. Underplaner som prosjekteringsplan og tegningsleveranseplan styrer det planlagte prosjekteringsbehovet i henhold til hovedfremdriftsplanen, mens de langsiktige produksjonsplanene ivaretar eventuelle feil, mangler og etterslep.</p>		

<p style="text-align: center;">Koordineringsmøter</p>	<p><b>Hensikt:</b> Utarbeide eller vedta de langsiktige produksjonsplanene som skal dokumentere at aktiviteter som nærmer seg produksjon er kontrollert for hindringer og klare til å utføres.</p> <p><b>Når:</b> Møtefrekvensen for koordineringsmøtet vil i stor grad være avhengig av tidshorisonten i de langsiktige produksjonsplanene, kompleksiteten i prosjektet og aktiviteten på byggeplassen. Koordineringsmøter hver eller annenhver uke anses som god praksis.</p> <p><b>Deltakere:</b> I koordineringsmøtet anses det som god praksis å involvere underentreprenørens prosjektledere i tillegg til anleggsleder.</p> <p><b>Agenda:</b> Det skal fokuseres på de forestående 6-8 ukene. Arbeidene i den forestående perioden skal sikres for gjennomførbarhet ved å kontrollere at produksjonsunderlag, materiell, ressurser og utstyr er tilgjengelig til arbeidene skal starte opp. Samtidig skal anleggsleder påse at den langsiktige produksjonsplanleggingen skjer i henhold til hovedfremdriftsplanen. Referatet og planene som utarbeides i møtet må sendes ut til de som berøres av planen, og dette viser seg i hovedsak å være prosjekteringsgruppen, innkjøpere og prosjektleder. Planene kan enten utarbeides direkte i møtet, eller så kan et forslag fra anleggsleder presenteres, drøftes og vedtas.</p>
<p style="text-align: center;">Basmøte</p>	<p><b>Hensikt:</b> Utarbeide og følge opp de kortsiktige produksjonsplanene som er direkte styrende for produksjonen.</p> <p><b>Når:</b> Basmøtet bør gjennomføres ukentlig for å skape kontinuitet i planlegging og oppfølging, og for raskt å kunne etterkomme endringer og løse uforutsette hendelser.</p> <p><b>Deltakere:</b> Formenn og baser involveres. Anleggsleder er med som fasilitator for å påse at planleggingen skjer innenfor rammene til de langsiktige produksjonsplanene og hovedfremdriftsplanen.</p> <p><b>Agenda:</b> Agendaen er de kortsiktige produksjonsplanene. Med utgangspunkt i den foregående ukens kortsiktige produksjonsplan bør fremdriften avstemmes. Påfølgende uke planlegges med bakgrunn i avstemmingen av forrige ukes plan og produksjonen som etterspørres fra de langsiktige produksjonsplanene. Så lenge arbeidet foregår innenfor rammene av disse og hovedfremdriftsplanen kan tid og arbeidsflyt i de kortsiktige produksjonsplanene vurderes og planlegges relativt fritt av planleggerne.</p>

## Del 3

# Leveregler for fremdriftsplanlegging

Her presenterer vi enkle leveregler for fremdriftsplanlegging basert på undersøkelsene vi har gjennomført i forbindelse med masteroppgaven. De er eksempler på god praksis og gode prinsipper som vi mener fortjener ekstra oppmerksomhet.

### **Det er enklest og billigst å ta inn forsinkelser tidlig i prosjektet**

Tidlig i prosjektet er det normalt mindre folk og aktivitet på byggeplassen. Derfor er det viktig å holde trykket oppe på produksjonen også i starten av prosjektet og heller nyte fruktene av en effektiv startfase når det da er større sjanse for en mer komfortabel sluttfase. Selv om det kanskje kan virke litt rart å stresse produksjonen når det er et år igjen av byggetiden er det viktig å være klar over at en forsering som kanskje berører fem personer i starten av prosjektet kan berøre ti ganger så mange personer mot slutten av byggetiden. Dette er en konsekvens av naturlige variasjoner i bemanningen på prosjektet som følge av hva slags arbeid som foregår til de ulike tidspunktene.

### **Soneinndeling og taktplanlegging gir struktur i arbeidet**

Ved inndeling av bygget etter etasjer, områder og soner med tilsvarende arbeidsomfang i alle enhetene kan alle varigheter i alle soner gjøres like lange ved å tilpasse bemanningen til arbeidsmengden og takttiden i den aktuelle sonen. Alle overganger mellom soner og fag kan da gjøres til faste tidspunkter. Dette legger til rette for god flyt i produksjonen, forenkler oppfølging, gir jevnere ressursbelastning og en god struktur i arbeidshverdagen.

### **Fagarbeidere og personer nær produksjonen har verdifull praktisk erfaring**

Fagarbeidernes kunnskap og erfaring kan gi verdifulle innspill på flere områder i fremdriftsplanleggingen. Det å involvere personer nær produksjonen kan sikre praktisk gjennomførbarhet i løsninger som planlegges og gi pålitelig tidfesting og logisk arbeidsrekkefølge tilpasset fagarbeidernes arbeidsmåte. En slik involvering kan også øke disse personenes eierskap til planen.

### **Du kan ikke, og skal ikke, planlegge for alle eventualiteter**

... men du skal vite hvordan du kan håndtere ting som oppstår underveis. Dersom du kan håndtere alle uforutsette hendelser uten et bevisst forhold til flyt og buffere er det stor grunn til å tro at det er mye bortkastede ressurser og tid i prosjektet. Uforutsette hendelser vil oppstå i et hvert prosjekt og jo bedre rustet du er til å håndtere disse hendelsene, jo mindre konsekvenser får de. Kontroll på tilgjengelig flyt og et bevisst forhold til buffere i planen kan gjøre at en stiller godt forberedt til å håndtere uforutsette hendelser.

### **Jobb for at alle skal kunne få gjort jobben sin på en god måte**

Ved å hele tiden ligge litt i forkant og ha et bevisst forhold til hvordan man kan legge til rette for at alle skal få gjort sine arbeidsoppgaver er det gode muligheter for at folk lar være å optimalisere egen produksjon. Når de ulike aktørene føler at systemet fungerer godt for dem er det større sannsynlighet for at de også vil bidra til å opprettholde det felles produksjonssystemet. Dette bidrar til at arbeidet går som planlagt og den gode stemningen i prosjektet kan opprettholdes. Dette minimerer slurving, feilproduksjon og usikkerhet, og fører til en produksjon der alle legger til rette for hverandre og bidrar til å finne gode løsninger for fellesskapet i prosjektet.

### **Det hevdes at alle prosjekter er unike, men de fleste deler av et prosjekt er bygd før**

Ved å bryte ned prosjektet til kjente elementer kan det som før fremsto som komplekst og ukjent bli enklere å planlegge.

### **Motiver alle aktører og oppmuntre til samarbeid og kommunikasjonsflyt**

Spesielt underentreprenører og mindre aktører i prosjektet kan ha stor glede av å bli sett og få skryt da de sjelden har egen ledelse på byggeplassen som kan anerkjenne jobben de utfører. I byggeprosjekter er det mange aktører som ikke har arbeidet sammen tidligere. Det å oppmuntre til samarbeid og kommunikasjonsflyt kan bidra til å bryte ned barrierer mellom ulike aktører slik at man raskere oppnår en velfungerende kommunikasjon i prosjektet.

### **Kommuniser planer aktivt og tydelig**

Det å synliggjøre de ulike planene slik at de involverte aktørene til enhver tid er oppdatert på hva som skal utføres og hvordan deres leveranse forholder seg til helheten i prosjektet kan motivere de involverte. Tavler med informasjon om planene som oppdateres jevnlig kan være et effektivt kommunikasjonsmiddel. I kombinasjon med soneinndeling og taktplanlegging kan tavler som dette for eksempel plasseres i hver sone og oppdateres ved utløpet av hver takttid.

### **Vær tro mot planhierarkiet**

Det kan ha stor effekt å være tydelig i hva de ulike planene handler om. Ved å ha tydelige grensesnitt mellom planene slik at det er tydelig hvor produksjonsplanene tar over for hovedfremdriftsplanen og den kortsiktige produksjonsplanen tar over for den langsiktige glir ikke de ulike planene over i hverandre. Dersom dette skjer kan det skape forvirring om hvilken plan man skal følge. Det kan være en fordel å holde igjen på detaljeringen i hovedfremdriftsplanen, eventuelt lukke ned detaljer når planen presenteres, for å vise tydelig at det er andre planer som tar over i produksjonen for å unngå forvirring.