

# Vurdering av 4D som planleggingsverktøy i Veidekke

**Jackie Quach**

Master i Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2018

Hovedveileder: Ole Jonny Klakegg, IBM

Medveileder: Jørgen Kjøllesdal, Veidekke AS

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for bygg- og miljøteknikk





<b>Oppgavens tittel:</b> Vurdering av 4D som planleggingsverktøy i Veidekke	Dato: 10. juni 2018 Antall sider (inkl. bilag): 128
	Masteroppgave <input type="checkbox"/> Prosjektoppgave <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Navn:</b> Jackie Quach	
<b>Faglærer/veileder:</b> Ole Jonny Klakegg	
<b>Ekstern faglige kontakter/veileder:</b> Jørgen Gran Kjøllesdal	
<b>Ekstrakt:</b> <p>Den europeiske byggebransjen har lenge blitt anklaget for å være lite produktive, og ligge etter andre industrier. Målinger fra Statistisk sentralbyrå viser at Norge er en av landene i Europa som har hatt minst økning i produktivitet i bygg- og anleggsbransjen siden år 2000. Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) og standardisering er i flere sammenhenger blitt foreslått som en mulig løsning på nedgangen av produktivitet, og vil bevege bransjen i retningen mot mer digitalisert og industriell produksjon. På bakgrunn av dette er det dermed ønskelig å undersøke hvordan Involverende planlegging (IP) i Veidekke kan optimaliseres ved å benytte neste generasjons BIM, altså 4D BIM, også kalt for 4D-planlegging. Oppgavens problemstilling er «<i>Hvordan kan Involverende planlegging i Veidekke optimaliseres ved bruk av 4D-verktøy?</i>»</p> <p>For å kartlegge hvilke fordeler 4D-verktøy kan bidra med i IP, har det blitt foretatt en rekke personlige intervjuer kombinert med e-postintervjuer, og derav potensielle styrkene og utfordringene med IP og 4D-planlegging har blitt kartlagt. Resultatene viser at 4D-verktøy bidrar til økt forståelse i fremdriftsplan i IP, gjennom bedre visualisering av byggeprosessen. Fra en utviklet 4D-modell er fremdriftsplanen knyttet til en 3D-modell, og kan bidra til at byggeprosessen, aktiviteter, avhengigheter og rekkefølger blir mer forståelig for prosjektinvolverte. I tillegg skaper 4D-planlegging muligheter for prosjektgrupper å vurdere og evaluere planlagte aktivitetsoperasjoner visuelt i sanntidsinteraksjoner, og derav endringer og feil lettere kan bli indentifisert. Videre viser resultatene at 4D-planlegging også kan bidra til bedre koordinering i IP, og derav sikkerhet på byggeplass og miljøplanlegging lettere blir tilrettelagt gjennom bedre visualisering. Dette fordi 4D-verktøy visualiserer både det tidsmessige og det plassmessige aspektet av en fremdriftsplan.</p>	

**Stikkord:**

1. 4D-planlegging
2. Involverende planlegging (IP)
3. Veidekke ASA

Jackie Quach

(sign.)

# FORORD

Denne masteroppgaven markerer slutten på et 2-årig masterstudium ved institutt for Bygg- og Miljøteknikk, under fakultet for ingeniørvitenskap ved Norges Tekniske-Naturvitenskapelige Universitet. Oppgaven består av 30 studiepoeng, og er skrevet i løpet av vårsemesteret 2018.

Oppgaven er skrevet i samarbeid med Veidekke entreprenør ASA i Trondheim. Rapporten har tatt sikte på å kartlegge de potensielle styrkene og utfordringene med IP og 4D-planlegging. Videre er det undersøkt hvilke fordeler 4D-verktøy kan bidra med i IP, samt hvordan 4D-planlegging kan implementeres i Veidekkes byggeprosjekter, og derav utfordringene reduseres.

Jeg vil rette en spesiell takk til min interne veileder Ole Jonny Klakegg, for god oppfølging under hele perioden og rettledning gjennom de ulike fasene. I tillegg vil jeg takke min eksterne veileder i Veidekke, Jørgen Gran Kjøllesdal, for mye god veiledning og hjelp til å avtale intervjuer.

Videre takker jeg Vegard Høyen, Johan Selmar, Runar Alstad, Thomas Berg, Leif Øyvind Hagen, Ole Alexander Hansen, Glenn Neerås Johansen, Tor Einar Engmann, Fredrik Svalestuen og Vegard Knotten fra Veidekke, som har vært villige til å stille til intervju, i forbindelse med oppgaven, og hjulpet til med relevant informasjon og bakgrunnsstoff.

Trondheim, 10. juni 2018



**Jackie Quach**

## SAMMENDRAG

Den europeiske byggebransjen har lenge blitt anklaget for å være lite produktive, og ligge etter andre industrier. Målinger fra Statistisk sentralbyrå (SSB) viser at Norge er en av landene i Europa som har hatt minst økning i produktivitet i bygg- og anleggsbransjen siden år 2000. Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) og standardisering er i flere sammenhenger blitt foreslått som en mulig løsning på nedgangen av produktivitet, og vil bevege bransjen i retningen mot mer digitalisert og industriell produksjon. På bakgrunn av dette er det dermed ønskelig å undersøke hvordan Involverende planlegging (IP) i Veidekke kan optimaliseres ved å benytte neste generasjons BIM, altså 4D BIM, også kalt for 4D-planlegging. Oppgavens problemstilling er «*Hvordan kan Involverende planlegging i Veidekke optimaliseres ved bruk av 4D-verktøy?*»

For å kartlegge hvilke fordeler 4D-verktøy kan bidra med i IP, har det blitt foretatt en rekke personlige intervjuer kombinert med e-postintervjuer, og derav potensielle styrkene og utfordringene med IP og 4D-planlegging har blitt kartlagt. Resultatene viser at 4D-verktøy bidrar til økt forståelse i fremdriftsplan i IP, gjennom bedre visualisering av byggeprosessen. Fra en utviklet 4D-modell er fremdriftsplanen knyttet til en 3D-modell, og kan bidra til at byggeprosessen, aktiviteter, avhengigheter og rekkefølger blir mer forståelig for prosjektinvolverte. I tillegg skaper 4D-planlegging muligheter for prosjektgrupper å vurdere og evaluere planlagte aktivitetsoperasjoner visuelt i sanntidsinteraksjoner, og derav endringer og feil lettere kan bli indentifisert. Videre viser resultatene at 4D-planlegging også kan bidra til bedre koordinering i IP, og derav sikkerhet på byggeplass og miljøplanlegging lettere blir tilrettelagt gjennom bedre visualisering. Dette fordi 4D-verktøy visualiserer både det tidsmessige og det plassmessige aspektet av en fremdriftsplan.

## **ABSTRACT**

The European construction industry has long been accused for being less productive and straggling behind other industries. According to measurements of Statistics Norway (SSB), it is shown that Norway is among the countries which experienced the least increase in terms of productivity in construction since 2000. Building information modelling (BIM) and the process of standardization have been proposed in several contexts as an achievable solution to the decline of productivity. Based on this, it is thus desirable to consider and examine how Collaborative Planning (Involverende planlegging, IP) in Veidekke can be optimized by using the next generation of BIM, i.e. 4D BIM, also called 4D planning. The research question for this master thesis is «How can Collaborative Planning in Veidekke be optimized by the use of 4D tools? »

To chart the beneficial effects contribution of 4D tools to Collaborative Planning, a combination of personal and email interviews has been initiated, thus sketched the potential strengths and challenges with IP and 4D Planning. The results implied that 4D tools can contribute to an enhance in IP propagate interpretation through a better visualization of the construction process. From a developed 4D model, the progress plan is associated to a 3D model to generate the construction process, activities, dependents as well as the sequences, which compose an easier coherent for projects' involvements. Additionally, 4D scheduling conceives the opportunities for the involvement teams to examine and evaluate planned activities and operations visually in actual time interactions, thus easier identification for changes and errors. Further, it is appeared that 4D planning also contributes to a better coordination in IP, hence facilitated a better visualization through security of construction and environmental planning. This is due to 4D tools visualize both time and space aspects of a progress plan.

## BEGREPSLISTE OG ORDFORKLARING

4D	Den fjerde dimensjon, 3D + tid
4D-modell/ 4D-plan	En modell i 4D, 3D-modell + fremdriftsplan i tid
4D-verktøy	Planleggingsverktøy som støtter 4D teknologi
4D-planlegging	Fremdriftsplanlegging med 4D-verktøy
BAS	En gruppeleder/oppdragsleder for håndverkere
BIM	Bygningsinformasjonsmodellering
CAD	Computer aided design
Flyt	Den maksimale tiden en aktivitet kan ha uten å påvirke etterfølgende aktivitet
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
IP	Involverende planlegging
LPS	Last Planer System
PPU	Prosent Planlagt Utført
UE	Under entreprenør
Waste	Forbruk av ressurser som ikke skaper verdi til kunder eller til organisasjonen

# INNHALDSFORTEGNELSE

<b>Forord</b> .....	I
<b>Sammendrag</b> .....	II
<b>Abstract</b> .....	III
<b>Begrepsliste og ordforklaring</b> .....	IV
<b>Figurliste</b> .....	VIII
<b>Tabelliste</b> .....	VIII
<b>Innledning</b> .....	1
1.1 Bakgrunn .....	2
1.2 Formål og problemstilling .....	3
1.3 Forskningsspørsmål .....	3
1.4 Begrensninger og avgrensninger .....	3
1.5 Oppgavens oppbygning .....	4
<b>Metode</b> .....	5
2.1 Forskningsmetode .....	6
2.1.1 Kvantitative metoder .....	6
2.1.2 Kvalitative metoder .....	7
2.1.3 Blandet metode .....	7
2.2 Valgte metoder .....	9
2.2.1 Litteraturstudium .....	10
2.2.2 Intervju .....	15
2.2.3 Egenopplæring av programvare .....	19
2.3 Troverdighet .....	22
2.3.1 Validitet .....	22
2.3.2 Reliabilitet .....	23
<b>Teori</b> .....	24
3.1 Fremdriftsplanlegging .....	25
3.1.1 Hvorfor er fremdriftsplanlegging viktig? .....	25
3.1.2 Digitale verktøy innen fremdriftsplanlegging .....	26
3.2 Tradisjonelle planleggingsmetoder .....	27
3.2.2 Kritisk vei metoden .....	27
3.2.3 Gantt-planlegging .....	29
3.3 Last Planner System .....	30
3.3.1 Prinsippene i Last Planner .....	31
3.3.2 Hovedelementene i Last Planner .....	32



3.4 Involverende planlegging i Veidekke.....	33
3.4.1 Arbeidsdeling i tid .....	35
3.4.2 Plansystemet i IP .....	36
3.4.3 Møtestruktur .....	39
3.4.4 Hindringsanalyse .....	40
3.4.5 Risikostyring.....	41
3.4.6 Styrker og svakheter med IP .....	42
3.5 Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) .....	43
3.5.1 Hva kreves for å lykkes med BIM.....	44
3.6 4D-planlegging .....	46
3.6.1 Utviklingsprosessen for 4D-modellering.....	47
3.6.2 Fordeler med 4D-planlegging.....	49
3.6.3 utfordringer med 4D-planlegging .....	51
3.6.4 4D-verktøy.....	52
<b>Resultater</b> .....	54
4.1 Intervjuobjektene bakgrunn .....	55
4.2 utfordringene i fremdriftsplanlegging.....	57
4.3 Styrkene med IP .....	59
4.4 utfordringene med IP .....	59
4.5 Bruken av 4D-planlegging .....	61
4.6 Styrkene med 4D-planlegging .....	62
4.7 utfordringene med 4D-planlegging .....	64
4.8 utfordringene ved implementering av 4D.....	66
4.9 Kombinasjonen av 4D og IP i Veidekke .....	66
<b>Diskusjon</b> .....	67
5.1 Forsknings spørsmål 1 .....	68
5.1.1 De potensielle styrkene med IP .....	68
5.1.2 utfordringene med IP .....	69
5.1.3 De potensielle styrkene med 4D-planlegging.....	71
5.1.4 utfordringene med 4D-planlegging .....	73
5.2 Forsknings spørsmål 2.....	75
5.1.2 Visualisering .....	75
5.3 Forsknings spørsmål 3 .....	77
5.3.1 Tydeliggjøre behov, hensikt, mål og informasjon.....	77
5.3.2 Øke involvering og samarbeid.....	77

5.3.3 Tilrettelegge god oppfølging og riktige ressurser.....	78
<b>Konklusjon</b> .....	79
<b>Litteraturliste</b> .....	82
<b>Vedlegg</b> .....	86

# FIGURLISTE

Figur 1 Produktivitetmåling i Norge fra år 2000-2016 .....	2
Figur 2 Fremdriftsdiagram .....	4
Figur 3 Litteratursøk prosessen .....	10
Figur 4 Intervjuprosessen .....	15
Figur 5 Innføringsbok 2 .....	19
Figur 6 Innføringsbok 1 .....	19
Figur 7 Resultat av egenopplæring .....	20
Figur 8 Kritisk vei metoden .....	28
Figur 9 Illustrasjon av Gantt-planlegging.....	29
Figur 10 Hovedelementene i Last Planner .....	32
Figur 11 Tidsforbruk i et prosjekt .....	33
Figur 12 De fem hovedelementene i IP .....	34
Figur 13 Eksempel på arbeidsdeling i tid .....	35
Figur 14 Plansystemet i Veidekke .....	36
Figur 15 Lappeteknikk i Veidekke .....	37
Figur 16 Kommunikasjon i omvendt møtestruktur .....	39
Figur 17 Omvendt møtestruktur i Veidekke.....	39
Figur 18 De syv forutsetningene for sunn aktivitet .....	40
Figur 19 Integreert risikostyring i IP .....	41
Figur 20 Manuel metode for 4D-modell .....	47
Figur 21 Vanlig prosess til 4D-planlegging .....	48
Figur 22 Illustrasjon av Synchro Pro .....	53
Figur 23 Intervjuobjektens tilhørighet .....	56
Figur 24 Intervjuobjektens erfaring med IP .....	56
Figur 25 Intervjuobjektens erfaring med Synchro.....	61

# TABELLISTE

Tabell 1 Fordeler og ulemper ved bruk av kvantitative og kvalitative metoder .....	8
Tabell 2 Forsknings spørsmål og tilhørende metode.....	9
Tabell 3 Søkedokumentasjon .....	12
Tabell 4 Intervjuobjektene.....	16
Tabell 5 Oppsummering av validitet og reliabilitet.....	23
Tabell 6 Ordforklaring ved beregning av CPM.....	28
Tabell 7 Intervjuobjektens bakgrunn .....	55

# **Kapittel 1:**

## **INNLEDNING**

1.1. BAKGRUNN

1.2. FORMÅL OG PROBLEMSTILLING

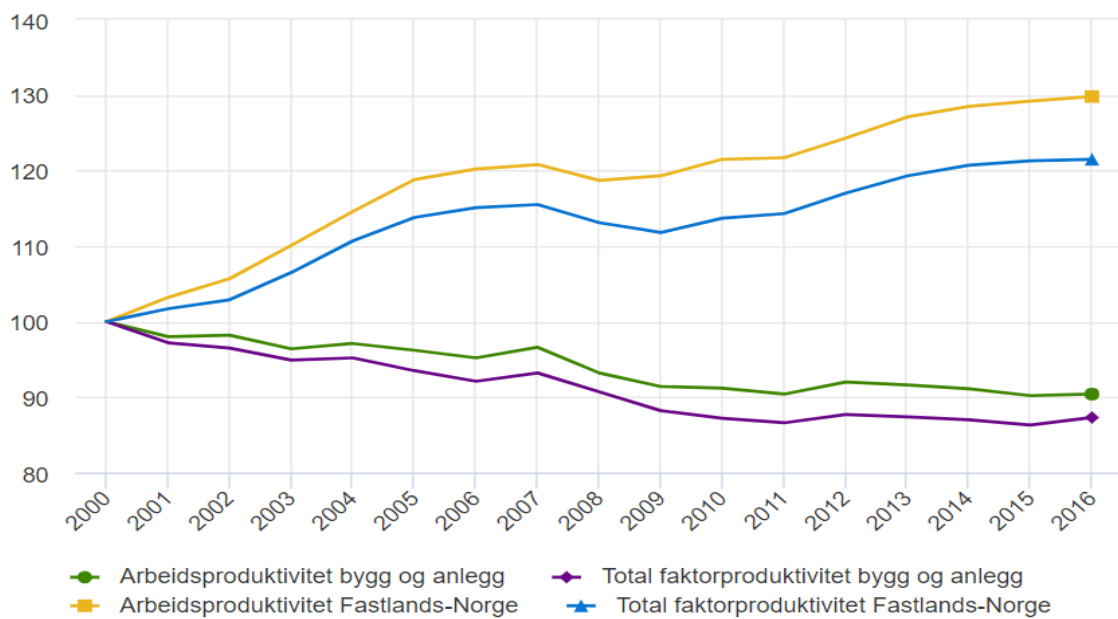
1.3. FORSKNINGSSPØRSMÅL

1.4. BEGRENSNINGER OG AVGRENSNINGER

1.5. OPPGAVENS OPPBYGNING

## 1.1 BAKGRUNN

Den europeiske byggebransjen har lenge blitt anklaget for å være lite produktive og ligge etter andre industrier (Nadim & Goulding, 2011). Målinger fra Statistisk sentralbyrå (SSB) viser at Norge er en av landene i Europa som har hatt minst økning i produktivitet i bygg- og anleggsbransjen siden år 2000. Ifølge SSB har produktiviteten i bygg- og anleggsbransjen i Norge falt med 10% siden år 2000. Dette sammenlignet med produktivitet i privat sektor i Fastland-Norge har det økt med 30% fra samme periode. (Todsens, 2018) Mye av skylden kan legges på at byggebransjen har lite vilje i anvendelse av nye arbeidsmetodikker og verktøy (Nadim & Goulding, 2011). Samtidig kan det også være på grunn av den økende arbeidsinnvandringen som har ført til økt språkbarriere, og misforståelser grunnet begrenset kunnskap om norske byggemetoder (Todsens, 2018).



Figur 1 Produktivitetmåling i Norge fra år 2000-2016 (Todsens, 2018)

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) har i de siste årene vokst frem som et digitalt hjelpemiddel som kan bidra til økt produktivitet og kvalitet, samt bidra til tids- og kostnadsbesparelse (Azhar, 2011). BIM og standardisering er i flere sammenhenger blitt foreslått som en mulig løsning på nedgangen av produktivitet, og vil bevege bransjen i retningen mot mer digitalisert og industriell produksjon (Gibb & Isack, 2003; Azhar, 2011). Med bakgrunn av produksjonsnedgangen er det dermed ønskelig å undersøke hvordan BIM kan bidra til å optimalisere den eksisterende metodikken, Involverende planlegging (IP) i Veidekke ASA.

En kombinasjon av metodikken IP og BIM blir brukt til dags i fremdriftsplanlegging i Veidekke. Gjennom tiden har Veidekke sett flere potensielle muligheter med å optimalisere fremdriftsplanlegging med BIM, og har i de siste årene prøv ut 4D-planlegging sammen med IP. I denne oppgaven er det dermed ønskelig å undersøke hvordan IP i Veidekke kan optimaliseres ved å benytte neste generasjons BIM, altså 4D BIM, også kalt for 4D-planlegging.

## 1.2 FORMÅL OG PROBLEMSTILLING

Denne oppgaven er skrevet i samarbeid med Veidekke ASA, og er skrevet i løpet av vårsemesteret 2018. Formålet med oppgaven er å undersøke hvilke positive effekter Synchro som et 4D-verktøy kan gi til den eksisterende arbeidsmetodikken i Veidekke. Problemstillingen for denne masteroppgaven er som følgende:

*«Hvordan kan Involverende planlegging i Veidekke optimaliseres ved bruk av 4D-verktøy?»*

## 1.3 FORSKNINGSSPØRSMÅL

Det har blitt utarbeidet tre forskningsspørsmål for å kunne besvare problemstillingen. Forskningsspørsmålene skal bidra til å presisere problemstillingen, samtidig som den skal virke veiledende for hele arbeidsprosessen. Følgende forskningsspørsmål ble utarbeidet, og er rettet mot Veidekke:

1. Hvilke styrker og utfordringer har IP og 4D-planlegging?
2. Hvilke fordeler oppnås innenfor IP ved bruk av 4D-planlegging?
3. Hvordan kan 4D-planlegging implementeres i Veidekkes byggeprosjekter, og derav utfordringene reduseres?

## 1.4 BEGRENSNINGER OG AVGRENSNINGER

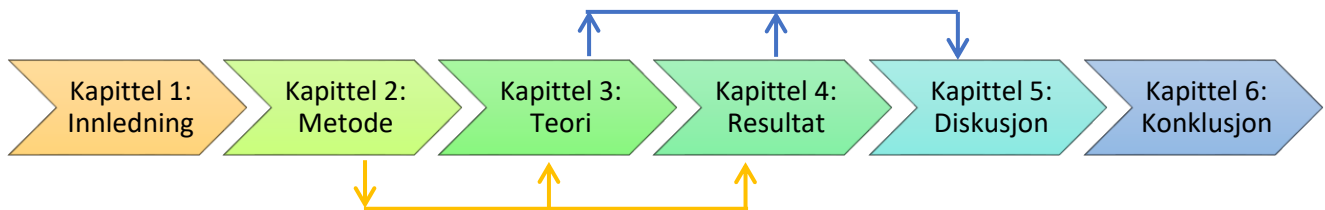
Masteroppgaven er skrevet i vårsemesteret 2018, og omfanget til oppgaven tilsvarer 30 studiepoeng. Oppgaven inneholder en teoretisk del og en empirisk del som består av intervjuer. I den teoretiske delen er det utarbeidet et litteraturstudium av relevante temaer innenfor problemstillingen. Hovedteorien er rettet inn mot IP og 4D-planlegging. Alle andre bakgrunnsteorier er bygd opp for å skape en bedre generell forståelse for leseren, og vil derfor ikke utdypes. Nedenfor er det listet opp avgrensninger som er foretatt i teori kapittelet:

- **IP:** Teorien om IP vil kun rettes inn mot planlegging i produksjon og ikke i prosjekteringsfasen.
- **4D-Verktøy:** I henhold til oppgavens omfang vil fokuset kun være rettet mot planleggingsverktøyet som Veidekke bruker, Synchro Professional.

I den empiriske delen er det foretatt en avgrensning på hvem som kan delta i intervjuundersøkelsen. Det er bestemt at kun ansatte fra Veidekke som skal bli intervjuet og ikke fra andre selskaper. Grunnen for det er at metodikken IP kan tolkes forskjellig fra ulike selskaper, det er derfor mest optimal å forholde intervjuene innenfor samme selskap. Det settes også en avgrensning på antall intervjuer som skal gjennomføres, med tanke på tidsbruket i forhold til behandling av informasjonene. Det er utført 3 personlige intervjuer og 7 e-post intervjuer i denne oppgaven. Oppgaven ble gitt en tidsramme på 20 uker som medfører at oppgaven må begrenses i omfang og område.

## 1.5 OPPGAVENS OPPBYGNING

Oppgavens oppbygging er vist gjennom figuren under med tilhørende beskrivelse av dette. Figuren viser samhandlingen mellom kapitlene, og viser hvordan enkelte kapitler har utslag på resten av oppgaven:



Figur 2 Fremdriftsdiagram

### ***Kapittel 1: Innledning***

Introduksjon av bakgrunnen, problemstilling, og forskningsspørsmålene for valget av den, samtidig som rammene for oppgavens omfang og begrensning settes ved å identifisere viktige emner.

### ***Kapittel 2: Metode***

Gir en kort innføring i styrker og svakheter ved bruk av ulike metoder for innhenting av empiri til oppgaven. Metodevalget her vil være sentral for bestemmelsen av hvordan teorien og resultatene blir strukturert. Den valgte metoden skal gi et best mulig grunnlag til innsamling av teori og resultater som er relevante til å besvare oppgavens problemstilling.

### ***Kapittel 3: Teori***

Dette kapitlet presenterer teori i form av tidligere forskning og litteratur om relevante emner til problemstillingen. Denne teorien sammen med resultatene vil være sentralt for diskusjons kapitlet.

### ***Kapittel 4: Resultat***

Innsamlet informasjon blir presentert etter retningslinjene bestemt i *Kapittel 2: Metode*, gjennom kvantitative og kvalitative undersøkelser.

### ***Kapittel 5: Diskusjon***

Undersøkt teori og innsamlet resultat blir i dette kapitlet sammenlignet og diskutert for å besvare forskningsspørsmålene. Denne analysen vil gi grunnlaget for å trekke endelige konklusjoner om problemstillingen.

### ***Kapittel 6: Konklusjon***

Ut ifra *Kapittel 5: Diskusjon* vil oppgavens problemstilling og forskningsspørsmålene besvares.

# **Kapittel 2:**

## **METODE**

### 2.1. FORSKNINGSMETODE

2.1.1. Kvantitative metoder

2.1.2. Kvalitative metoder

2.1.3. Blandet metode

### 2.2. VALGT METODER FOR DATAINNSAMLING

2.2.1. Litteraturstudium

2.2.2. Intervjuer

2.2.3. Egenopplæring av programvare

### 2.3. TROVERDIGHET

2.3.1. Validitet

2.3.2. Reliabilitet



*Dette kapittelet skal gi en beskrivelse av den valgte metoden, slik at forskningsspørsmålene som er satt i Kapittel 1.3 kan besvares. Metodekapittelet vil bli beskrevet i en detaljert forstand, og derav forskningen kan bli etterprøvable for andre. Kapittelet vil starte med å beskrive ulike forskningsmetoder og vurderinger av disse. Videre vil benyttet metode bli presentert, begrunnet og vurdert med et kritisk blikk.*

## 2.1 FORSKNINGSMETODE

En forskningsmetode er en fremgangsmåte å samle inn informasjon, slik at en kan besvare problemstillingen(ene). Det finnes mange ulike metoder, og valget av disse varierer ut fra hva problemstillingen er, og hva en vil undersøke. Det er hovedsakelig to typer forskningsmetoder, kvantitative metoder og kvalitative metoder. Disse to metodene utdypes videre i delkapittelet under.

### 2.1.1 KVANTITATIVE METODER

Den kvantitative metoden går ut på å samle inn store mengder med data, slik at innhentet informasjon er målbare. Det vil si at man kan kategorisere, se sammenhenger og tendenser fra innhentet informasjon. I kvantitative metoder er problemstillingen ofte presise, og formulert til å undersøke respondentens meninger, og får et resultat som et tall. En veldig vanlig kvalitativ metode er å sende ut store antall spørreundersøkelser. Det kan f. eks. være et spørreskjema om hvor mange som tar med matpakke til jobb. Kvantitative metoder benyttes ofte når det er ønskelig å ha et oversiktlig resultat, enten i form av tabeller, diagrammer, figurer eller lister. (Larsen, 2017)

En fordel med kvantitative metoder er at en kan bestemme hva en vil spørre ut fra det man er interessert i, og få svar akkurat på dette. Det gjøres ved at man i forhånd bearbeider spørsmål til respondentene, slik at respondentene bare svarer på disse spørsmålene. Det er flere måter å avgrense respondentene til å ikke svarer utenfor det som stilles. En måte er å lage et spørreskjema med svarkategorier (Larsen, 2017). Andre fordeler med denne metoden er at det er mulig å strekke seg til flere respondenter, sparer tid og man slipper å oppsøke personer personlig. Kvantitative metoder kan også enkelt gjennomføres gjennom sosiale medier, post eller e-post. Spørreundersøkelsen kan også utføres anonymt, og man kan forvente mer ærlige svar fra respondentene.

En avgrensning med denne metoden er at det er begrenset med mulighet til å utdype seg, eller komme med oppfølgingsspørsmål etter at man har fått svar fra respondentene. Det er altså vanskelig å sikre seg god validitet gjennom slike metoder, hvis man bare bruker denne metoden, og ikke får nok respondenter. Det kan føre til at det blir vanskelig å diskutere eller konkludere problemstillingen videre en har satt.

## 2.1.2 KVALITATIVE METODER

Den kvalitative metoden går ut på å samle inn fåtall respondenter, og gå i dybden på et tema eller en problemstilling som en ønsker å få besvart (Amara, Quach, & Aftab, 2016). Denne metoden kalles også for myk data, og er ikke tallfest-bare (Larsen, 2017). Kvalitative metoder brukes som regel når problemstillingen er noe uklar, og at en ønsker å gå i dybden innenfor et tema. Det finnes mange ulike måter å gjennomføre kvantitative metoder på. En veldig vanlig måte å gjøre det, er å avholde et eller flere intervjuer, enten i form av personlige- eller indirekte intervjuer. Dette kan for eksempel være ansikt til ansikt-, gruppe-, video-, telefon-, eller e-postintervju. Metodene man velger er avhengig av hva en ønsker å oppnå, tilgjengelige ressurser og tid.

Den absolutte fordelen med kvalitative metoder er at en får muligheten til å gå i dybden i et tema, komme med oppfølgingsspørsmål, be om oppklaring og rydde opp misforståelser (Larsen, 2017). Andre styrker er at det er færre bortfall, altså færre som trekker seg fra å delta intervjuet/undersøkelsen. Dette fordi metoden ofte brukes på personlige intervju, der en intervjuer ansikt til ansikt. Det er altså større sannsynlighet for at en trekker seg i et spørreskjema, enn en fra intervju. Selvfølgelig så har det mye å si hvordan du forbedrer deg til metoden, og hva slags avtaler du har gjort på forhånd med respondenten. Det er også enklere å sikre god validitet gjennom muligheten til å stille utdypende spørsmål.

Begrensinger med denne metoden er at det er svært tidkrevende å behandle informasjonen man får gjennom intervjuer, og det kan ikke generaliseres som kvantitative metoder. Det kan også hende at intervjuobjekter ikke er ærlige med svar, når intervjuer ikke gjennomføres anonymt. Dette kan føre at informasjonen som er innhentet ikke er helt ærlige, og kan påvirke troverdigheten på forskningen.

## 2.1.3 BLANDET METODE

Det er også mulig for å bruke begge metodene for å oppnå best mulige resultater for en problemstilling. Eksempelvis kan det brukes kvantitativ metode på et interessant tema på første runde, og deretter benytte kvalitative metoder i områder der det ønskes å undersøke nærmere og dypere. En problemstilling kan ha flere innfallsvinkler og komplikasjoner, og vil da trenge å benytte seg flere metoder for å dekke hele informasjonsgrunnet (Amara, Quach & Aftab, 2016).

## OPPSUMMERING AV METODER

Nedenfor er det en oppsummering av fordeler og ulemper med kvantitative, og kvalitative metoder:

*Tabell 1 Fordeler og ulemper ved bruk av kvantitative og kvalitative metoder (Larsen, 2007)*

	<b>Kvantitative metoder</b>	<b>Kvalitative metoder</b>
<b>Fordeler</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Kan avgrense mengde med informasjonen ved behov</li><li>▪ Mulig for ærlige svar dersom det gjennomføres anonymt</li><li>▪ Ikke behov for å oppsøke folk personlig</li><li>▪ Strekker seg til flere og sparer tid</li><li>▪ Gir bredde i undersøkelsen når samme spørsmål svares i et stort antall</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mulighet til å utdype seg, og komme med oppfølgingsspørsmål</li><li>▪ Større sjanse for å sikre god validitet</li><li>▪ Lavere sannsynlighet for bortfall i metoden</li><li>▪ Får en helhetlig forståelse innenfor temaet, og mindre sjanse for misforståelser</li></ul>
<b>Ulemper</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Vanskelig å sikre god validitet</li><li>▪ Begrense med mulighet til å utdype seg</li><li>▪ Avhengig av et stort antall respondenter for å kunne vurdere</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Tidskrevende å behandle informasjonen</li><li>▪ Vanskelig å generalisere</li><li>▪ Kan få uærlige svar</li><li>▪ Måten man intervjuer kan ha en innvirkning på resultatet</li></ul>

## 2.2 VALGTE METODER

For å kunne besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene, er det nødvendig å ha riktige informasjonsgrunnlag til å kunne diskutere og konkludere. Det ble dermed naturlig å benytte litteraturstudium og empiri i denne oppgaven. Litteraturstudiet er samlet gjennom litteratursøk og ved egenopplæring av programvare. Egenopplæringen av programmet Synchro har vært spesielt viktig i den del av teorien der det beskriver om 4D-verktøy. Empirien er samlet inn ved å gjennomføre personlige, og e-post intervjuer med nøkkelpersoner i Veidekke. Videre i dette kapitlet presenteres og begrunnes metoden som er benyttet i litteraturstudiet, intervjuene og egenopplæringen. Nedenfor er det en oversikt over hvilke innsamlingsmetoder som er brukt for å kunne besvare oppgavens forskningsspørsmål.

*Tabell 2 Forskningsspørsmål og tilhørende metode*

<b>Forskingsspørsmål</b>	<b>Innsamlingsmetode</b>
Hvilke styrker og utfordringer har IP og 4D-planlegging?	Litteraturstudium, intervjuer og egenopplæring av programvare
Hvilke fordeler oppnås innenfor IP ved bruk av 4D-planlegging?	Litteraturstudium og intervjuer
Hvordan kan 4D-planlegging implementeres i Veidekkes byggeprosjekter, og derav utfordringene reduseres?	Litteraturstudium og intervjuer

## 2.2.1 LITTERATURSTUDIUM

Metoden som er brukt til å innhente informasjon til teorigrunnlaget har primært vært gjennom litteraturstudium. I denne oppgaven ble det brukt internettsøk og innhenting av data fra ekstern veileder til å danne det teoretiske grunnlaget i teori kapitlet. I tillegg ble det også gjennomført egenopplæring av programvare. Dette ble gjort for å fordype seg enda mer innenfor hva 4D-planlegging er, og hvordan dette kan brukes i praktisk sammenheng. Nærmere informasjon om egenopplæringen kommer senere i metodekapitlet. Litteraturstudiet er en sentral del av oppgaven, ettersom det brukes til å diskutere og se sammenheng med innsamlet resultat i diskusjonskapitlet. Det er derfor viktig at innhentet informasjon er troverdig og med nok kvalitet. Nedenfor er det vist en figur som beskriver hele gjennomføringsprosessen for litteratursøket:



Figur 3 Litteratursøk prosessen

### FREMSTILLING AV FORSKNINGSPØRSMÅL

Før søke prosessen startet ble det laget flere tankekart over hvilke temaer innenfor problemstillingen som var interessant å undersøke videre. Da dette ble bestemt, ble forskningsspørsmålene laget og formulert. Med forskningsspørsmålene klare, ble det mye lettete å indentifisere hvilke søkeord og søkekombinasjoner som kunne benyttes i litteratursøket. Dette ble gjort for å redusere ineffektive tidsbruk, sjansen for irrelevante treff, og mer produktive søk.

## SØKEKRITERIER

Hensikten med denne oppgaven er å framskaffe seg nye kunnskaper, og få en bedre forståelse etter endt forskning. Hvilke metoder og kilder en bruker til forskning har dermed en stor betydning på hvordan en fremstiller resultat, diskuterer og konkluderer. Fokuset i litteraturstudiet har derfor vært å samle inn pålitelige kilder, som er gode nok til å gi leseren et generelt teoretiskgrunnlag, slik at resultater og diskusjoner blir lettere å forstå. I forbindelse med dette ble det laget søkekriterier til å vurdere kildene. Søkekriteriene ble laget for å sikre pålitelighet, men også for å spare tid og krefter:

- Tittel og sammendrag:
  - Tittelen må være relevant innenfor oppgavens tema. Er tittelen relevant leses kun sammendrag, innholdsfortegnelse og konklusjon for å se videre relevans.
- Forfatter(e):
  - Forfatterens bakgrunn, er han/hun omtalt tidligere, og antall siteringer. Disse punktene kan vise om forfatteren er troverdig eller ikke.
- Utgivelsesdato:
  - Undersøk kildens utgivelsesdato. Vurder om kilden fortsatt er relevant eller om den er utdatert.
- Publikasjonskanal:
  - Er kilden publisert i en kjent eller relevant kanal, kan den anses som god.
- Utgivelsessted og forlag:
  - Er kilden utgitt i ved et universitets- eller fagbokforlag, anses det som pålitelig

I forbindelse med litteraturstudiet har det blitt brukt ulike søkemotorer på internett som Google Scholar, Oria og Fafu for å finne relevante litteraturer til oppgaven. Hensikten med å bruke ulike søkemotorer er å innhente flest mulige forskjellige litteraturer som er relevant for oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål, samtidig som kvaliteten og troverdigheten på teorigrunnet blir bedre.

## SØKEORD

I den første delen av søkeprosessen var det veldig naturlig å søke etter det mest generelle søkeord som er knyttet til problemstillingen og forskningsspørsmålene. Det ble brukt søkeord som: "4D-planlegging" og "Involverende planlegging". I den andre søksfasen ble det brukt søkeord som var mer spesifikke rettet mot forskningsspørsmålene som f. eks. "Fordeler og ulemper med 4D BIM/ 4D Scheduling", "Implementation of BIM" og "Styrker og utfordringer med Involverende planlegging". Det viste seg over antall søk at engelske søkeord ga flere relevante treff enn å bruke norsk søkeord. Dette fordi engelske språket er mer utbredt. Fremgangsmåten har videre vært «prøve og feile» ved å prøve ulike søkeord og kombinasjoner. Tabell 3 viser ulike vellykkede søkekombinasjoner som har blitt brukt under litteratursøk prosessen.

Tabell 3 Søkedokumentasjon

<b>Tema</b>	<b>Søkeord</b>
Fremdriftsplanlegging	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Planning in construction</li><li>▪ Project scheduling</li><li>▪ Fremdriftsplanlegging</li><li>▪ Benefits of planning</li><li>▪ Prosjektstyring</li></ul>
Tradisjonell planleggingsmetoder	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Construction planning</li><li>▪ Project management</li><li>▪ Last Planner (LP)</li><li>▪ Critical Path Method (CPM)</li></ul>
BIM	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Building information modeling</li><li>▪ Bygningsinformasjonsmodellering</li><li>▪ BIM handbook</li><li>▪ BIM</li></ul>
4D BIM/ 4D-planlegging	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 4D Scheduling</li><li>▪ 4D BIM</li><li>▪ 4D in building process</li><li>▪ 4D planning</li><li>▪ Veidekke og 4D</li></ul>
Involverende planlegging	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Involverende planlegging</li><li>▪ Collaborative planning</li></ul>

## VURDERING AV KILDER

Det er nødvendig å mestre seg hvordan man vurderer kilder slik at man kan lære seg å skille ut hva som er en relevant og ikke. Informasjonen skal alltid være relevant, pålitelig og oppdatert. Ved flere like kilder skal det alltid sammenlignes opp mot hverandre for å sikre troverdigheten og kvaliteten på informasjonen. De utvalgte kildene som velges til videre arbeid kan avgjøre arbeidets kvalitet og resultat. Kriterier for kildevurdering må derfor settes. Kriteriene som settes for kildevurdering er som følgende (Ødemark, 2017):

### 1. Relevans:

- Er kilden relevant?
- Er kilden egnet til å belyse problemstillingen eller forskningsspørsmålene som er satt?
- Dekker kilden temaet ditt?
- Hva er formålet med kilden, og hva er konklusjonen?

### 2. Kvalitet:

- Hvem er forfatteren?
- Er forfatteren kvalifisert til å skrive om emnet?
- Er det kontaktinformasjon, f. eks. en utgiver eller e-postadresse?
- Oppgir kilden referanser?
- Hvem er utgiveren? Er det et anerkjent forlag?
- Når ble kilden publisert?
- Har kilden blitt revidert?
- Antall publikasjoner og sitering av forfatter?
- Er litteraturen nøytralt skrevet? Upartisk? Partisk?
- Er det stavemåte, grammatikk eller typografiske feil?

### 3. Nøyaktighet:

- Er kilden oppdatert? Hvis ikke, er den fortsatt bruksvennlig?

## PLUKKE OG VRAKE

Videre i prosessen ble kilder vurdert ut fra kriteriene som ble satt over. Tilfredsstillende kildene kriteriene, samles disse til videre bruk, og hvis ikke vrakes disse og søkeprosessen begynner fra start igjen. Kriteriene bestemmer om kilden skal innsamles eller vrakes. Ved å benytte denne metoden blir det mye lettere å se hva som er relevant og ikke.

## INNSAMLING AV DATA

Alle data som ble vurdert som relevante, ble samlet inn i en tabell, og nødvendige informasjonen om kilden ble ført inn. Prosessen for litteratursøket ble repetert i en uendelig krets helt til ønsket mengde av relevant litteratur er oppnådd.



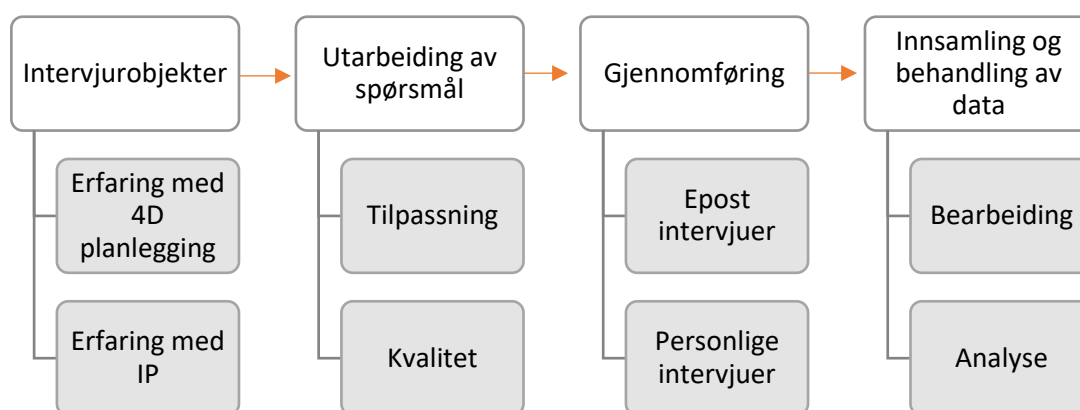
## VURDERING AV METODE

Det at arbeidsprosessen er gjennomtenkt før dette ble utført er som regel en fordel, fordi det gir en mye bedre oversikt over hva som er lurt å gjøre og ikke. På denne måten blir tiden brukt mye mer produktivt, og mindre tid går til å tenke gjennom under prosessen. Det å lage tankekart i starts-prosessen, sette søke- og vurderings kriterier bidrar til kvalitetssikring av arbeidet, samtidig det blir lettere å følge med fremdriften.

En kritikk av metoden er at litteratursøket ikke ble utført sammen med en fagperson, veileder, eller med venn i selve søkeprosessen. Det kan være en fordel å være flere når man søker, fordi flere hoder kan gi flere forslag og alternativer for søkeord og kombinasjoner. Dette kunne ha gitt flere utslag av gode søkeord.

## 2.2.2 INTERVJU

For å sikre nok validitet og kvalitet i resultatene ble det brukt kvalitative forskningsmetoder. Det ble gjort en vurdering av styrker og svakheter med metoden, og fra dette ble bestemt å gjennomføre både personlige og e-post intervjuer. Dette fordi personlige intervjuer sikrer god validitet, og mulighet til å spørre oppfølgingsspørsmål. Med e-post intervjuer er det mulig å strekke seg til flere, sparer tid og man slipper å oppsøke personen personlig. En kombinasjon av personlig og e-post intervju gjør at ulempene ved bruk av kvalitative metoder reduseres, samt at mange av fordelene beholdes. Med tanke på å strekke seg til flest mulige intervjuobjekter, samt sparer tid, ble denne metoden ansett som mest optimal. Videre i kapitlet beskrives gjennomføringsprosessen for intervjuene. Figur 4 illustrerer intervjuprosessen:



Figur 4 Intervjuprosessen

### INTERVJUOBJEKTER

For å kunne få svar på personers oppfatninger, meninger, og forventninger om IP og 4D-planlegging var det nødvendig å intervjuer med nøkkelpersoner i Veidekke. Nøkkelpersonene ble utvalgt sammen med eksterne veileder, Jørgen Gran Kjøllesdal. Disse ble vurdert etter stilling, erfaringer og kunnskaper om IP og 4D-planlegging. Intervjuobjektene ble delt inn i to kategorier:

1. Personer som har erfaringer med 4D-planlegging og IP
2. Personer som har kjennskap til 4D-planlegging, og erfaring med IP.

Fra dette ble det bestemt hvem som var mest aktuell å intervjuer. Tanken bak å intervjuer personer med ulike erfaringer, er å se hvordan ulike personer med erfaringer oppfatter samme spørsmål som blir stilt til alle. På denne måten kan det letter se sammenhenger og tendenser på resultater. Det ble valgt å gjennomføre personlige intervjuer med de som hadde mest erfaring med 4D og IP. Videre ble tatt en avgjørelse om at intervjuobjektene, og resultatene presenteres anonymt. Dette ble gjort for å gi intervjuobjektene større frihet til å besvare spørsmålene uten å tenke hvilke konsekvenser de kan få av å svare galt, samtidig som det kan gi mer ærlige svar. Alle intervjuobjektene som er presentert i Tabell 4 er ansatte i Veidekke ASA.

Tabell 4 Intervjuobjektene

Intervju-objekt	Stilling	Tilhørighet	Erfaring med 4D	Erfaring med IP i Veidekke
E1	Leder for Involverende Planlegging	Oslo	God kjennskap	9 år
E2	Fagansvarlig for prosekteringsledelse og BIM	Oslo	God kjennskap	8 år
E3	Tømrer bas / Formann	Trondheim	God kjennskap	6 år
E4	BIM-koordinator	Oslo	2 år	God kjennskap
E5	BIM-koordinator	Østfold	1 år	1 år
E6	BIM-koordinator	Trondheim	1 år	1 år
E7	BIM-teknikker	Vestfold	1 år	1 år
P1	Driftsleder / BIM-koordinator	Oslo	3 år	2 år
P2	Prosjektingeniør/anleggslederassistent	Trondheim	2 år	2 år
P3	Prosjektkoordinator	Trondheim	God kjennskap	3 år

Det må bemerkes at kodenavnene som er gitt til de ulike intervjuobjektene brukes videre i oppgaven. Dette gjøres for å holde intervjuobjektene anonyme, og for ivareta betingelsene som har blitt avtalt i forbindelse intervjuene. Bokstavene (E) og (P) står for e-post intervju og personlig intervju.

#### UTARBEIDING AV INTERVJUSPØRSMÅL

Intervjuspørsmålene ble utarbeidet alene i første omgang, og var siktet på å kartlegge potensielle styrker og utfordringer med IP og 4D-planlegging. Primærfokuset var å stille spørsmål som kunne besvare forskningsspørsmålene, men også for å bekrefte teorier som er funnet gjennom litteraturstudiet. Gjennom massivt litteratursøk ble det funnet mange påstander om potensielle styrker med 4D-planlegging, og disse ble ønsket om å undersøke nærmere i intervjuene. Det ble derfor utarbeidet et spørsmål som skulle rette spesielt mot dette (spørsmål 7), for å bekrefte om disse påstandene fra litteraturstudiet stemmer. Etter at første utkast av spørsmålene ble utarbeidet, ble spørsmålene videre vurdert av hovedveileder, Ole Jonny. Sammen med hovedveileder ble spørsmålene gjennomgått, og sammen ble det utarbeidet flere og bedre formulerte spørsmål. Siste gjennomgang av spørsmålene ble gjort sammen med eksterne veileder Jørgen, før disse ble sent ut og gjennomført. Intervjuguidene er vedlagt i Vedlegg A og B.

## **GJENNOMFØRING**

Med tanke på å nå flest mulige kvalitative svar ble det bestemt å gjennomføre e-post intervjuer i første runde, og deretter personlige intervjuer. Eksterne veileder kontaktet intervjuobjektene i forkant før e-post intervjuene ble sendt. Dette ble gjort for å redusere sannsynligheten for at intervjuobjektene ignorerer, eller oppfatter e-post intervjuet som søppelpost. Det ble ikke satt noen tidsfrister for å svare e-post intervjuene, ettersom frister som regel oppfattes som en absolutt siste tidsfrist. Med bakgrunn av dette ble intervjuobjektene informert om at det var ønskelig å få svar på spørsmålene så fort så mulig, istedenfor en spesifisert tidsfrist. Dette har vist seg å være svært effektivt.

Enkelte nøkkelpersoner ble valgt i tidlig stadier for personlige intervjuer på grunn av relevante bakgrunn og erfaring. Andre nøkkelpersoner ble vurdert fortløpende for personlig intervju utfra besvarelsene fra e-post intervjuene. Var det mangel eller interessante informasjonen fra e-post intervjuene, ble disse videre kontaktet for personlige intervju. Intervjuene ble gjennomført på intervjuobjektets anleggskontorer. Alle intervjuobjektene ble i forkant informert om spørsmål som skulle stilles på intervju, oppgavens formål, og resultatenes bruk. Intervjuene ble gjennomført i oppsatte møterom, der kun intervjuer og intervjuobjektet befant seg. Lydopptak med smarttelefon ble brukt dersom intervjuobjektet godtok dette. Intervjuene varte mellom 1 time og 1.5 timer alt avhengig av tidsbruk av oppfølgingsspørsmål, intervjuobjektets interesse og villighet til å snakke.

## **INNSAMLING OG BEHANDLING AV DATA**

Innsamlet data fra e-post intervjuer ble renskrevet for skrivefeil, og deretter skrevet i sammenhengende tekster kategorisert ut fra spørsmålene som ble stilt. Personlige intervjuer ble transkribert, og alle språklige tillegg ble fjernet. Videre ble teksten skrevet i sammenhengende tekster der meninger kom frem tydeligere, og kategorisert i forhold til spørsmålene som ble stilt. Etter at teori og empiri var ferdigstilt ble det analysert, drøftet og diskutert opp mot hverandre. Dette med en hensikt å se sammenhenger eller avvik mellom funn fra teorier og resultater fra empirien.

## VURDERING AV METODE

Fordelen med å benytte e-post intervjuer er at man strekker seg til flere intervjuobjekter, og det er ikke behov for å møte intervjuobjektet personlig. Dette gjør det lettere å nå folk fra flere steder, og man er ikke avhengig av å avtale tidspunkt og møteplass. E-post intervju kan på enkel måte sendes når som helst, og intervjuobjektene svarer når de har tid. Andre fordeler med denne metoden er at intervjuobjektet får tid til å se gjennom spørsmålene før de svarer, slik at besvarelsen er godt gjennomtenkt, og man kan forvente mer ærlige svar fordi kommunikasjonen ikke er direkte. En utfordring med et slik metode er at det ikke er mulig å komme med oppfølgingsspørsmål før respondentene har svart. Dette kan føre til større sjanser for misforståelser eller at spørsmål tolkes feil. Styrkene med personlige intervjuer er lik som e-post intervjuer, i tillegg til at det gir mulighet til å komme med oppfølgingsspørsmål med engang, be om oppklaring, og rydde opp misforståelser (Larsen, 2007).

I forbindelse med at begge metodene ble utført, balanseres mange av ulempene med hverandre. Det å utføre e-post intervjuer i første runde før man gjennomfører personlige intervjuer, spares det tid og arbeid for transkribering. Og når personlig intervju gjennomføres i etterkant, får man mulighet til å gå i dybden, be om oppklaring, og rydde opp misforståelser på det som har blitt nevnt tidligere fra e-post intervjuene.

En svakhet med denne metoden er at det hovedsakelig kun gjennomført intervjuer med Veidekke ansatte, og ikke med andre byggselskaper. Det er flere selskaper som benytter seg av 4D-planlegging, og man får dermed ikke et totalperspektiv av forskningen. Årsaken ligger bak at oppgaven kun skal undersøke hvordan IP kan optimaliseres ved bruk av 4D-planlegging i Veidekke. Dermed er bruken av IP og 4D-verktøy fra andre selskaper uinteressant.

## 2.2.3 EGENOPPLÆRING AV PROGRAMVARE

I forbindelse med oppgaven ble det gjennomført en egenopplæring av programvaren «Synchro Professional». Formålet og hensikten med å gjennomføre dette er å få en bedre forståelse med dybde på hvordan et 4D verktøy fungerer i praktisk prosjektsammenheng. Programmet Synchro Professional også kalt for Synchro Pro ble valgt til egenopplæring. Dette fordi programmet brukes til 4D-planlegging i Veidekkes byggeprosjekter. Nedenfor er det beskrevet korte beskrivelser av prosessen som har blitt gjennomført for å lære seg av programmet.

### TILTAK FOR EGENOPPLÆRING AV SYNCHRO PRO

Det ble anbefalt to grunnleggende innføringsbøker fra eksterne veileder for å lære seg opp i programmet Synchro Pro. Disse bøkene blir brukt til opplæring for tekniske fagskolestudenter, og er ekstremt gode for de som vil lære programmer på egenhånd. Bøkene er laget for amatører, og er veldig detaljert beskrevet med steg til steg forklaringer. Disse bøkene ble lånt fra NTNUs biblioteker.



Figur 6 Innføringsbok 1 (Sundfør, 2016)



Figur 5 Innføringsbok 2 (Sundfør, 2016)

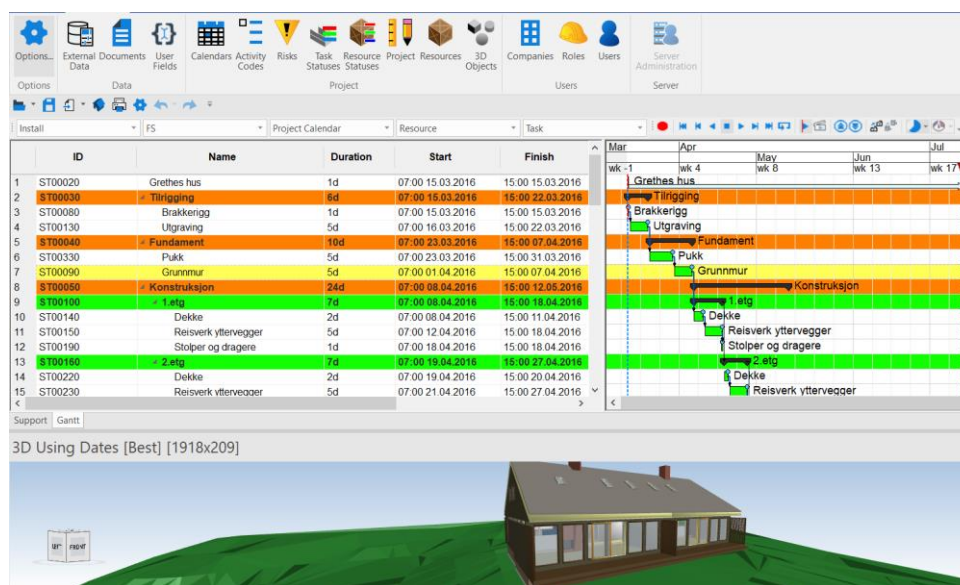
Videre ble ansvarlige for programvarelisenser fra NTNU kontaktet for Synchro Pro lisenser. Da dette ble klart, startet egenopplæringen av programmet.

## GJENNOMFØRING

På grunn av tidsbegrensninger og ingen kjennskap til Synchro Pro tidligere ble det bestemt å kun gjennomføre en grunnleggende innføring av Synchro Pro. Selve gjennomføringen av innføringsbøkene tok omtrent 4 dager, og dette ble gjort parallelt med innsamling av teorier om 4D-planlegging. Det ble funnet og lest veldig mye om 4D-planlegging før selve egenopplæringen startet, dette for å få en oversikt på hvilke funksjoner, og muligheter man har av å bruke et slikt program. Vanskelighetsgraden for gjennomføringen var middel vanskelig, bakgrunnen av dette var fordi innføringsbøkene er 1 år eldre enn programvaren jeg har. Brukergrensesnittet var derfor annerledes, og man kunne ikke følge instruksene rett fram. Vurdering totalt sett så var disse bøkene gode og enkle å bruke.

## UTBYTTE AV EGENOPPLÆRINGEN

Egenopplæring av programmet resulterte til bedre forståelse av hvordan 4D-planlegging fungerer, og fikk en forsmak av hvor bruksvennlig og tidkrevende dette var. Programmet har mange funksjoner, og hjelpemidler som kan hjelpe en til å gjøre planlegging lettere og mer oversiktlig. Noen av funksjonene er at en har mulighet til å visualisere en bestemt tidsperiode slik at fagarbeidere lette kan se og forstå hvilke bygningsdeler eller elementer som skal utføres. Det er også mulig å utarbeide risiko- og kostnadsanalyser for deler eller hele byggeprosjektet. Denne funksjonen gjør at programmet gradvis nærmer seg til neste dimensjon som er 5D BIM, som er visualisering av fremdriften med relaterte kostander over tid.



Figur 7 Resultat av egenopplæring (Synchro Pro)

## KRITIKK AV METODE

Fordeler med å gjennomføre en egenopplæring av Synchro Pro er at det gir en mye bedre forståelse av hva man undersøker, og skriver om i oppgaven. Å lese seg gjennom hvilke funksjoner et program har, er ikke det samme som å oppleve og prøve det selv. Gjennomføring av denne prosessen har gitt flere ideer på f. eks. spørsmål som skal stilles til intervju, og hva slags teorier som bør komme i teori kapittelet. I tillegg får man også en øket kunnskap av programmet, og får kanskje bruk for dette i et senere tidspunkt i arbeidslivet.

Svakheter med denne metoden er at innføringen av programmet er kortfattet og grunnleggende, og gir ikke et mer ekte bilde av hvordan den virkelig brukes i praktisk. Mange av oppgavene i boken er forenklet, lette og gjenspeiler ikke realiteten. En annen ulempe med å gjennomføre egenopplæring er at hvis det oppstår misforståelser eller feiltolkning av funksjoner, så vil dette ikke bli avklart. Sammenlignes dette med kurser, så vil det være lettere å spørre og avklare misforståelser underveis. Det har oppstått tilfeller der jeg som bruker stopper opp på grunn av komplikasjoner, dette ble løst ved å bruke nettforum, og hjelpefunksjoner fra programmet.



## 2.3 TROVERDIGHET

I dette delkapittelet vurderes troverdigheten på forskningen som er gjennomført. Rapportens troverdighet er avhengig av 2 viktige faktorer; Validitet og reliabilitet.

- Validitet handler om gyldighet eller relevans (Larsen, 2017). Det er et mål som beskriver om empirien en har smalet er relevant, og bidrar til å besvare oppgavens problemstilling. En oppgave med høy validitet betyr at metoden som er brukt fokuserer på riktige områder, og som kan besvare problemstillingen. Motsatt hvis det er lav validitet.
- Reliabilitet handler om pålitelighet eller nøyaktighet (Larsen, 2017). Det er et mål som definerer «*graden av samsvar mellom ulike innsamlinger av data om samme fenomen, basert på samme undersøkelsesopplegg på ulikt tidspunkt*» (Grønmo, 2016). Høy reliabilitet betyr dermed at metoden som er brukt gir tilsvarende resultater uavhengig av samletidspunkt, fordi innsamlingsmetoden er stabilt.

### 2.3.1 VALIDITET

**LITTERATURKILDER:** Teoridelen er hovedsakelig basert på bøker, journaler og tidsskrifter som omhandler oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål. For å øke litteraturens validitet er det utarbeidet kriterier og beskrivelser på hvordan man vurderer om kildene er relevant. På bakgrunn av dette vurderes litteraturstudiet med høy validitet.

**INTERVJU:** I forbindelse med intervjuet er det utarbeidet en intervjuguide for både e-post-intervjuer og personlige intervjuer. Intervjuguiden ble utformet på bakgrunn av oppgavens formål og forskningsspørsmål. Alle intervjuobjektene ble på forhånd undersøkt om de er kvalifiserte til å delta i intervjuet, og videre vurdert om de er egnet til å besvare spørsmålene. Det ble benytte kvalitative forskningsmetoder som personlige intervju. Dette har bidratt til høyere validitet gjennom muligheten til å stille utdypende spørsmål, be om oppklaring, og rydde opp misforståelser. Intervjuobjektene stilte sjeldent tilleggsspørsmål, noe som tyder på at intervjuguiden er god, og uten mangler. Intervjuene har også i etterkant gitt høy validitet som besvarer og belyser oppgavens forskningsspørsmål. Intervjuene anses dermed som høy validitet.

**EGENOPPLÆRING AV PROGRAMVARE:** Det er brukt to innføringsbøker i forbindelse med egenopplæring av programmet Synchron. Dette ble gjort for å få bedre innsikt på hvordan verktøyet fungerer i praktisk sammenheng. Bøkene som ble brukt var anbefalte fra ekstern veileder. Disse ble derfor brukt til å gjennomføre egenopplæringen. Synchron er 4D-programmet som Veidekke bruker til dags, og vil gi økt forståelse under intervju sammenheng. Egenopplæringen anses dermed som relevant til å besvare forskningsspørsmålene, fordi det skaper bedre innsikt av hvordan 4D-verktøy fungerer, gir bedre forståelse og bedre diskusjonsgrunnlag videre i oppgaven. Egenopplæring av programvare anses som høy validitet.

### 2.3.2 RELIABILITET

**LITTERATURKILDER:** De fleste kildene som er benyttet er alminnelige tilgjengelige, og er henvist i litteraturlisten. Hele prosessen for litteratursøket er beskrevet i *Kapittel 2.2.1*, og er etterprøvbare. Mange av kildene som er hentet er fra internett, og kan endre seg over tid. Disse kildene kan dermed forandre seg ved søk i ettertid dersom disse etterprøves. Totalt sett så vurderes den som god reliabilitet.

**INTERVJU:** Det er utformet en intervjuguide som andre enkel kan gjennomføre, og det er begrunnet metodevalgene som er tatt. Under gjennomføringen har det ikke vært noe tegn på at intervjuobjektene holdt igjen informasjon. Alle spørsmålene som ble stilt til intervjuobjektene er basert på deres subjektive meninger, og det antas at de vil gi tilsvarende samme svar ved en ny undersøkelse innen en tidsperiode, uten for store endringer. Det må bemerkes at subjektive meninger kan endre seg over tid ved f. eks. med økt erfaring, endringer i ordinasjonen, endringer av 4D verktøy og måten en intervjuer på. Etersom intervjuguiden er vedlagt, anses reliabiliteten i intervjuene som god.

**EGENOPPLÆRING AV PROGRAMVARE:** Innføringsbøkene som er benyttet er alminnelige tilgjengelige, og alle kan dermed gjennomføre den samme opplæringen og få samme resultater. Men det må regnes med at programvarer endrer seg over tid, og bøkene kan etter tid være utdaterte. Reliabiliteten anses som god.

*Tabell 5 Oppsummering av validitet og reliabilitet*

	<b>Validitet</b>	<b>Reliabilitet</b>
Litteraturstudie	Høy	God
Intervjuer	Høy	God
Egenopplæring av program	Høy	God
Totalt:	Høy	God

Tabell 6 oppsummerer validiteten og reliabiliteten til litteraturstudie, intervjuer og egenopplæring. Hensikten med å vurdere disse to faktorene er å fremlegge oppgavens troverdighet, slik at forskningen er egnet til å besvare problemstillingen.

# Kapittel 3:

## TEORI

### 3.1 FREMDRIFTSPLANLEGGING

3.1.1 Hvorfor er fremdriftsplanlegging viktig?

3.1.2 Digitale verktøy i fremdriftsplanlegging

### 3.2 TRADISJONELL PROSJEKTPLANLEGGING

3.2.1 Kritisk vei metoden

3.2.2 Gant-planlegging

### 3.3 LAST PLANNER SYSTEM

3.3.1 Prinsippene i Last Planner

3.3.2 Hovedelementene i LPS

### 3.4 INVOLVERENDE PLANLEGGING I VEIDEKKE

3.4.1 Arbeidsdeling i tid

3.4.2 Plansystemet

3.4.3 Møtestruktur

3.4.4 Hindringsanalyse

3.4.5 Risikostyring

3.4.6 Styrker og svakheter med IP

### 3.5 BYGNINGSINFORMASJONSMODELLERING

3.5.1 Hva kreves for å lykkes med BIM

### 3.6 4D-PLANLEGGING

3.6.1 Utviklingsprosessen for 4D-modellering

3.6.2 Fordeler med 4D-modellering

3.6.3 Ulemper med 4D-modellering

3.6.4 4D-verktøy

*Dette kapittelet presenterer teori i form av tidligere forskning og litteratur om relevante emner til problemstillingen. Denne teorien sammen med resultatene vil være sentralt for diskusjons kapittelet.*

## 3.1 FREMDRIFTSPLANLEGGING

En fremdriftsplan er en oversikts- og styringsprosess for å danne en fremtidig handling over aktiviteter og ressurser som er nødvendig for et prosjekt skal gå i flyt. Det er en plan som indikerer aktiviteters rekkefølge og varighet, og hvordan disse viktige oppgavene kan oppnås (Baldwin & Bordoli, 2014). Slike planer inneholder dynamiske informasjon om hva, hvem, hvor, og når arbeidsoppgaver skal gjennomføres (Kerzner, 2017). Planlegging er en prosess for kreative løsninger for å oppnå de ønskelige resultatene, og en måte å samle inn data og meninger for å utarbeide en god handlingsplan.

En hovedfremdriftsplan i byggebransjen er bygget opp av flere prosjektplaner, og skal sammen gi et detaljert og oversiktlig plan over byggeprosjektet. Fremdriftsplanen kan for eksempel være bygget opp av innkjøpsplan, beslutningsplan, kontraheringsplaner, prosjekteringsplaner og produksjonsplaner. Disse planene er eksempler på viktige planer som må til for en god byggeprosess (Halleraker, 2014).

Utarbeidingen av fremdriftsplanen bør starte så tidlig som mulig for å få en totaloversikt over byggeprosjekt, og gjennomført før selve produksjonen starter. Det er mange aktører og under entreprenører som er involvert i et byggeprosjekt, og det er dermed viktig at planene er på plass slik at samhandlingen kan gå (Halleraker, 2014). Planlegging av fremdrift gjøres normalt sammen med de involverende, altså rådgivere, totalentreprenører, under entreprenører og leverandører. Planen bør være enkel å forstå slik at alle brukere kan benytte det til å forutse fremtidige utfordringer, og hindringer i produksjonen. En god fremdriftsplan bør inneholde en oversikt over viktige beslutninger, milepæler og underlag i produksjon som tegninger og beskrivelser.

### 3.1.1 HVORFOR ER FREMDRIFTSPLANLEGGING VIKTIG?

I bygg- og anleggsbransjen er sløsing et viktig tema som stadig tas opp i media (Ungersness, 2015). Ifølge Josephson og Bjørkman (2011) fra en rapport som målte sløsing av et byggeprosjekt, viste det seg at sløsing utgjorde minst 30-35% av byggeprosjektets kostnader. Av dette var halvparten av brukte tiden og kostnadene sløsing som ikke skapte verdi verken til prosjektet eller kundene (Josephson & Bjørkman, 2011). Tallet på sløsing vil variere fra prosjekt til prosjekt og virksomhet til virksomhet, men potensialet for forbedring i bygg- og anleggsbransjen er enormt. Videre poengteres det at sløsing ofte kan forekomme på grunn av en kombinasjon av dårlig planlegging, oppfølging og mangelfulle ledelser. (Josephson & Bjørkman, 2011).

Mange av disse utfordringene kan løses med en god fremdriftsplanlegging og en aktiv styringsprosess ifølge Kerzner (2009) og Power (2018). En god planlegging vil kunne bidra til redusert usikkerhet, tidligere indentifisering av problemer slik at tiltak kan utarbeides, og legger et grunnlag for kontroll og oppfølging av arbeider. Samtidig gir

planlegging god kontroll av funksjonelles ansvarsområder, og bidrar til mer effektive utførelser. I tillegg vil det indentifisere tidsbehovet for produksjonen, og hjelpe til med å forutse begrensende ressurser som materialer, bemanning og tid på en systematisk måte. (Josephson & Bjørkman, 2011; Power, 2018)

Planlegging utarbeides i den hensikt for å sikre at rett produkt leveres til riktig tidspunkt, med god kvalitet og til riktig kostnad. Men også for å redusere usikkerhet, aktivetskollisjoner og uforutsigbare hendelser. En god fremdriftsplan kan ikke beregnes som en garanti på et godt resultat med feilfri produksjon, men derimot et hjelpemiddel som skal bidra med å forutse kritiske aktiviteter og hindringer frem i tid i et byggeprosjekt.

### 3.1.2 DIGITALE VERKTØY INNEN FREMDRIFTSPLANLEGGING

Fremdriftsplan kan visualiseres i et større skala og i en mer oversiktlig plattform ved å bruke digitale verktøy. Gjennom årene har det utviklet mange ulike dataprogrammer for fremdriftsplanlegging som kan formidle informasjon effektivt og enkelt. Uansett hvor bra et dataverktøy er, så er det avhengig av hvordan det brukes. Benyttes verktøyet riktig vil det gi resultater, brukes det derimot feil vil det kun gi ekstra arbeid og ineffektivt. Videre i delkapittelet presenteres det noen utvalgte, og vanlige programmer som brukes til fremdriftsplanlegging i byggebransjen.

#### MICROSOFT EXCEL

Excel er hovedsakelig et regnearkprogram som benyttes for å beregne, analysere og filtrere data. I byggebransjen brukes Excel til mindre planleggings arbeider som ukeplaner eller treukers planer. Excel er et velkjent program som er lett å bruke og forstå for alle prosjektdeltakere, samtidig det gir stor frihet til hvordan en ønsker å sette opp fremvisning av informasjon. Det er kun kreativitet som hindrer en person til å velge hvordan en vil fremstille en plan. Fagarbeidere eller BAS kan f. eks. utføre endringer på plan uten at det kreves spesielle forkunnskaper til programmet. En annen mulig årsak for at Excel fortsatt brukes til planlegging i dag, er at det er enkelt å legge til og slette informasjon ved endringer, noe som ofte skjer i et byggeprosjekt. Dette programmet kommer som regel med kjøp av Microsoft Office pakken.

#### MICROSOFT PROJECT

MS Project er en av de vanligste programmene som brukes til fremdriftsplanlegging i byggebransjen, og opp til 95% bruker dette verktøyet til planlegging (Kalsaas, 2017). Dette kan skyldes at programmet er lett å bruke, og har mange funksjoner som kan gjøre planlegging enklere, og mer oversiktlig. Programmet gir muligheter for å organisere og samordne prosjekter med funksjoner som kalender, rapportering, budsjettering, ressursplanlegging og visning av nettverksdiagrammer (Microsoft, 2018). Dette programmet må kjøpes for å få tilgjengelighet.

## 3.2 TRADISJONELLE PLANLEGGINGSMETODER

Dette delkapittelet beskriver noen av de mest vanlige planleggingsmetodene i byggebransjen. Planleggingsmetodene som presenteres er Kritisk vei metoden og Gantt-planlegging.

### 3.2.2 KRITISK VEI METODEN

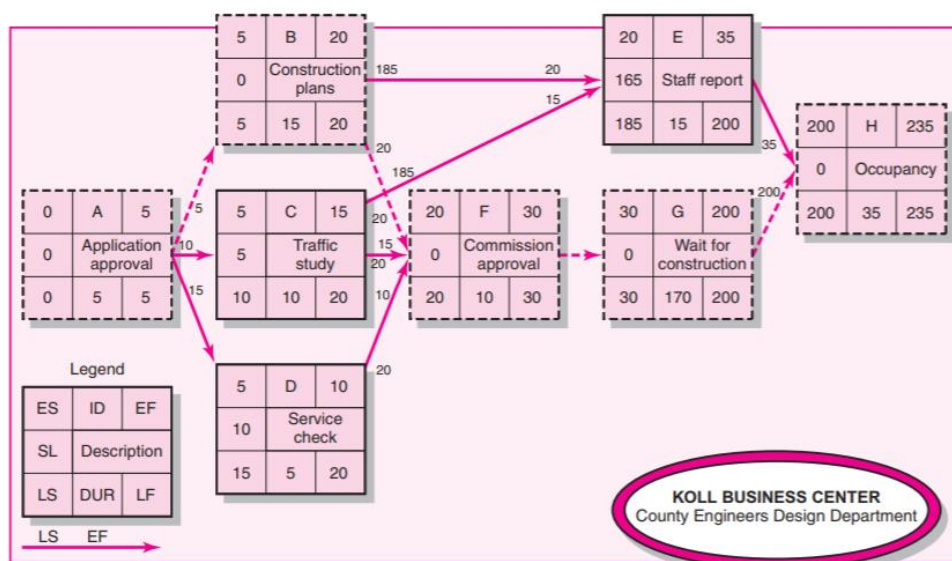
Kritisk vei metoden også kalt for Critical Path Method (CPM) har sitt opphav i arbeidet til James Kelly, og Morgan Walker i 1959 (Kalsaas, 2017). Det er en grafisk matematisk metode for å kalkulere et prosjekts totale varighet ved å indentifisere alle aktiviteter, veier og milepæler i prosjektet. Måten det gjøres på er å sette varighet, avhengighet og identifikasjon på tidligst og senest start og sluttdato på aktivitetene (se figur 8). Med denne metoden kan en lettere se sammenheng mellom aktiviteter, indentifisere prosjektfrister og kontraktsforpliktelser, samt indentifisere kritiske veier og aktiviteter som kan påvirke prosjektets ferdigstillelse (Baldwin & Bordoli, 2014).

Aktiviteter som ikke har slakk, kalles kritiske aktiviteter. Slakk er en tidsbuffer/dødtid før neste oppgave starter, og kan benyttes ved forsinkelser. En kritisk vei er den rekken med aktiviteter som har lengst varighet fra prosjektets start til slutt. Hensikten med å kunne indentifisere kritiske aktiviteter eller vei er å kunne forutse sårbare aktiviteter, prioritere disse, og iverksette tiltak og oppmerksomhet. Dette kan gjøres for eksempel ved å øke bemanning eller ressurser i den kritiske aktiviteten. Hovedfokuset med denne metoden er å optimalisere prosjektskostandene, ved å estimere på alle aktiviteters tidsforbruk. Beregningen av tidsbruken estimeres av kalkulasjon og baserer seg på erfaringsdata både internt og eksternt (Jarle, 2009).

Varighet på prosjekter vil alltid kunne forandre seg hele tiden, dette fordi det oppstår uforutsigbare hendelser som det ikke er mulig å ha kontroll over. F, eks kan kjøretøy plutselig være ute av drift, eller at leveranser ikke kommer tidsnok. Det må derfor legges vekt på å lage en plan som er dynamisk og tilpasningsdyktig for endringer. En aktivitet som ikke regnes som kritisk på starten, kan fort bli kritisk i et senere tidspunkt hvis plan kolliderer med hverandre. Totalt sett et CPM en svært god metode for å analysere kritiske veier og aktiviteter i et prosjekt. Selv om CPM kanskje anses som en god planleggings metode i byggebransjen, så er den allikevel ikke det beste verktøyet for direkte produksjon på stedet, ifølge Baldwin og Bordoli (2014). Grunnen bak til dette er at når graden av detaljer øker på en CPM prosjektplan, vil sjansen for at aktiviteter blir gjennomført som planlagt mindre. Og selv om dette klares å gjennomføre så vil det være en grense på hvor godt man klarer å oppdatere en detaljert prosjektplan under hele prosessen. Dermed er ikke CPM den beste verktøyet for direkte produksjon på stedet.

En undersøkelse ifølge Baldwin & Bordoli (2014) viser at PPC (Prosentvis planlagt utført) av aktiviteter på stedet med tradisjonell CPM system bare ligger på 50%, det vil si at det er kun 50% sannsynlighet for av aktiviteter på stedet blir gjennomført som planlagt (Baldwin & Bordoli, 2014). PPC som står for planned percentage complete, og er et målingsverktøy som regner ut prosentvis sannsynlighet på om en aktivitet blir gjennomført. Dette gjøres ved å dividere planlagt utført aktivitet med faktisk utført aktivitet.

Det finnes også andre planleggingsmetoder som f. eks. Program Evaluation and Review Technique (PERT). Denne metoden har noen likheter med CPM men mye mer avansert. Den er mye mer nøyaktig på tidsestimater for aktiviteterets varighet som baserer seg på sannsynlighet og statistiske fordelinger (Kalsaas, 2017).



Figur 8 Kritisk vei metoden (Larson & Gray, 2011) side 170

Figuren over illustrerer et CPM planlegging. Informasjonsboken nederst til venstre i figuren beskriver hva rutene betyr. Kritiske aktiviteter er mer merket med stiplede kantlinjer rundt boksen, og kritiske veier er merket med stiplede piler.

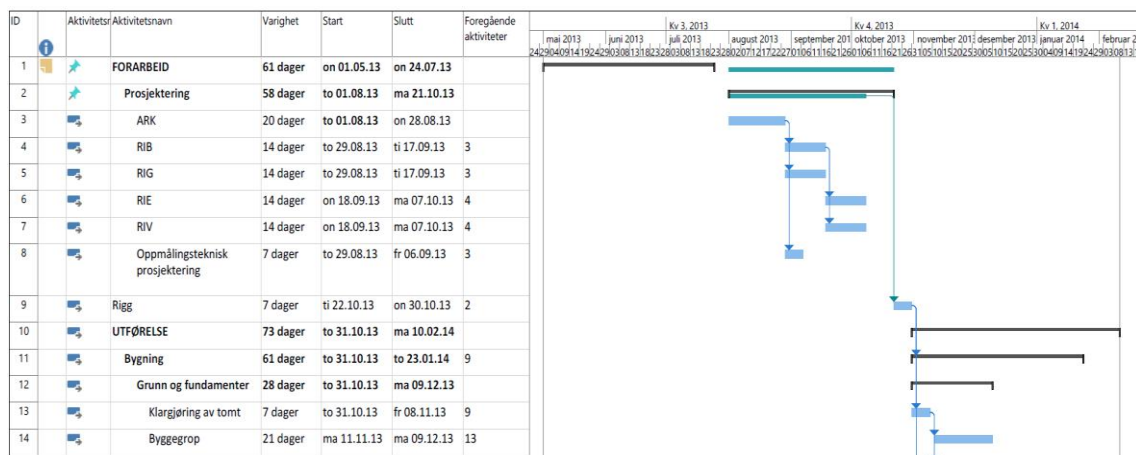
Tabell 6 Ordforklaring ved beregning av CPM

Forkortelse	Forklaring	Forkortelse	Forklaring
ES	Tidligst start	DUR	Varighet til aktivitet
EF	Tidligst slutt	Description	Beskrivelse av aktivitet
ID	ID til aktivitet	LS	Senest start
SL	Slakk/døtid	LF	Senest slutt

### 3.2.3 GANTT-PLANLEGGING

Prosjektplanlegging med Gantt-diagram har lenge vært i bruk i byggebransjen siden Henry L. Gantt i 1917 originalt utviklet denne (Mubarak, 2015). Gantt-diagram er en todimensjonalt visuell fremvisning der aktiviteter og milepæler listes vertikalt, og aktivitetenes varighet med start og slutt presenteres som horisontale grafiske søyler (Kalsaas, 2017). Denne form for fremstilling av prosjektplan er svært vanlig i byggeprosjekter, der gant-diagram ofte omtales som prosjektplan (Kalsaas, 2017). Alle aktiviteter med definerte arbeidsoppgaver har hver sin tilhørende horisontale søyle som indikerer aktivitetens varighet, tilknytning og avhengighet.

Gantt-diagram har sin styrke side ved at det gir et godt bilde over flertallene aktiviteter, og fremstiller disse på en enkel og ryddig måte. Samtidig er et Gant-diagram et kjent bilde der de fleste er vant med å lese og forstå slike planer. Kritisk vei metoden ligger i programvaren i Gantt, men denne funksjonaliteten har spilt en liten rolle som en del av planleggingen. Programvaren blir mer brukt som et tegneverktøy, og kritisk vei-beregninger blir mindre brukt i praktisk. Årsaken til dette er på grunn av at varighetene i aktivistene anses for ustabile, og at planene stadig forandres underveis. Diskusjoner om kritiske aktiviteter er mer fokusert i de faglige diskusjonene på de detaljerte prosjektplanene. (Kalsaas, 2017)



Figur 9 Illustrasjon av Gantt-planlegging



### 3.3 LAST PLANNER SYSTEM

Last Planner System (LPS) er et planleggings-, overvåknings- og kontrollverktøy som følger prinsippene i Lean Construction (Porwal, Solís, Lavy, & Rybkowski, 2010), og ble utviklet på 1990-tallet av Glenn Ballard og Gregory Howells (Daniel, u.d.). Den ble utviklet for å gjøre planlegging og arbeidsflyt mer pålitelig, samtidig bygge nødvendige tillit innenfor samarbeidene lagsmiljø (Lean construction institute).

Tanken bak optimalisering av samarbeidsprosessen i prosjektplanlegging, er å kunne utarbeide mer detaljerende planlegging i større grad ved å gjennomføres prosjektplanlegging som et team av ledere, og utførende arbeidere (Porwal et al, 2010). Dette sammenlignet med den tradisjonelle metoden som ofte blir kalt for «push system», er LPS mye mer fokusert på samspill fra prosjektinvolverte. Tradisjonelle planer er mer utarbeidet av samlet prosjektinformasjon og mål, og planlegger arbeidet på grunnlag av hva som skal gjøres (Baldwin & Bordoli, 2014). Byggeprosjekter er endringsfulle og med et slikt system vil det derfor medbringe store usikkerheter og utfordringer, ettersom fagarbeiderne ikke er involvert i planleggingen. Ved å bruke LPS vil graden av dette reduseres på bakgrunn av at arbeidere deltar i utarbeidelsen av ukeplanene, og forplikter seg til løftene som avtalt (Lean construction institute). Last Planner System handler om å kommunisere, involvere, lære, håndtere endringer og usikkerheter i et prosjekt på en optimal måte.

LPS et system som systematiserer og får aktiviteter til å skje, og fjerner hindringer inn mot produksjonen. Men også et system som analyserer rotårsaker til avvik, og setter korrigerende tiltak for at samme feil ikke skal oppstå igjen (Baldwin & Bordoli, 2014). Alt dette kan resultere til bedre produksjonsprosess og økende produktivitet (Emuze & Saurin, 2016). Last Planner systemet har inspirert mange, og blant annet bygg- og anleggsbedrifter i Norge. Mange av disse bedriftene har sett verdiskapningen i system, og har utarbeidet sine egne varianter at systemet. I Veidekke ASA og Kruse Smith heter det «Involverende Planlegging» av deres tolkning av LPS, og i Skanska heter deres tilnærming av systemet «Trimmet Bygging». (Kalsaas et al., 2014)

### 3.3.1 PRINSIPPENE I LAST PLANNER

I Last Planner er det fem prinsipper som beskriver kjernen til systemet, og det er disse som er viktigst når en skal utvikle egne oversettelser til nye kontekster (Kalsaas, 2017). Ifølge Ballard, Hammond og Nickerson (gjengitt etter Kalsaas, 2017) er de fem prinsippene i LPS følgende:

1. Planlegg mer detaljert jo nærmere du kommer den konkrete utførelsen
2. Planlegg sammen med dem som skal utføre arbeidet
3. Identifiser og fjern hindringer for planlagte oppgaver i team/grupper
4. Utarbeid pålitelige forpliktelser for at arbeid utføres som avtalt, og vedlikehold forpliktelsene
5. Ta lærdom av tilfeller hvor problemer med gjennomføringen oppstår

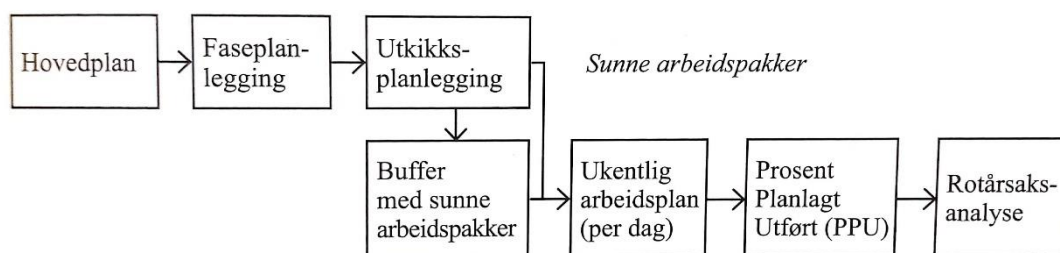
Det første prinsippet bygger på at detaljeringsgraden i prosjektplaner skal økes frem mot produksjon. Det vil si at man starter helt fra toppen som hoved- og faseplan der detaljeringsgraden er lite, også økes detaljeringsgraden gravis f. eks. fra utkikksplan til arbeidsplan. Når man kommer så langt som produksjonsplaner og ukeplaner, skal planene være så gode at arbeid utføres uten tvil og spørsmål. Dette innebærer at alle aktiviteter er godt definerte med riktig detaljeringsgrad, kollisjonsfrie rekkefølger, tilpasset kapasitet og kompetanse.

Det andre prinsippet handler om å planlegge med de som utfører arbeidet, ettersom det er de som har mest kunnskap om hvor lang tid, og hvordan ulike arbeidsoppgaver kan gjøres. Disse kunnskapene er viktig for at arbeidet går i flyt, samtidig som arbeidere føler økt eierskap og forpliktelse for planen. Det tredje prinsippet fokuserer på å fjerne hindringer og begrensninger før oppstart av produksjon, med resultat av mer forutsigbarhet og optimal produksjonsrekkefølge. (Kalsaas, 2017)

Det fjerde og siste prinsippet går å skape involvering for alle deltakende i prosjektet slikt at alle arbeiderne føler forpliktet til løfter og avtaler, og vedlikeholder forpliktelsene. Og det siste prinsippet er å ta lærdom av tilfeller hvor problemer med gjennomføring oppstår. Dette prinsippet er en sentral del av Lean, der man skal lære og analysere årsak til avvik, og deretter iverksette tiltak slik at feil ikke oppstår igjen. (Kalsaas, 2017)

### 3.3.2 HOVEDELEMENTENE I LAST PLANNER

Strukturen i Last Planner er bygget opp av fem hovedelementer, og disse er formet opp av ulike plannivåer. Alle elementene har hver sin funksjon, og skal sammen danne et plansystem som skaper flyt og tillit innenfor samarbeidene lagsmiljø. De fem hovedelementene er hovedfremdriftsplan, faseprogrammering, utviklingsplanlegging, ukentlig arbeidsplan, beregning av PPU og utføre rotårsaksanalyse.



Figur 10 Hovedelementene i Last Planner (Kalsaas, 2017) side 45

Hovedfremdriftsplanen er relatert til byggekontrakten, og skal gi en totaloversikt over viktige milepæler og faser. Faseplanen omfatter faseinndeling med milepæler mellom fasene. Faseplanen skal koordinere, og finne den beste rekkefølgen på ulike arbeidsoperasjoner for hele byggeprosjektet. I Last Planner benyttes det et sterkt verktøy som klargjør hvilke avhengigheter det er mellom fag, dette verktøyet heter «bakover-planlegging».

Bakover-planlegging går ut på å få alle prosjektopplysninger på bordet, og deretter planlegge og koordinere disse i et fellesskap. Hensikten med dette er å finne den mest produktive og effektive byggeprosessen, ved å se avhengigheter, definere varighet, se aktivetskollisjoner og skape involvering i alle fag. Mer detaljer over gjennomføringen i bakover-planlegging beskrives i delkapittel 3.4.2. Utkvikksplan retter fokus på å gjøre aktiviteter sunne, det vil si fjerne hindringer og begrensninger slik at en kan jobbe systematisk i en best mulig rekkefølge (Kalsaas, 2017). Dette for å oppnå forutsigbarhet i arbeidsplanene som lages, og få bedre kontroll over fremdriften.

Arbeidsplan utarbeides for en periode mellom 2-4 uker, og skal inneholde tverrfaglig beskrivelser på hvilke arbeidsoperasjoner som skal gjøres i de nærmeste ukene. Planen skal være detaljert, og beskrive hva, hvor, når aktiviteter skal utføres, samt informasjon om nødvendige ressurser til aktiviteten. Planen skal også definere tydelig og klart hvor mye arbeid som skal utføres innen en tidsperiode. Lagsplan er også en del av LPS, og er en enfaglig aktivitetsplan basert på den flerfaglige arbeidsplanen. Denne planen skal inneholde detaljerte koordinering, mål, og beskrive på hva enkelte faggrupper skal produsere for uken.

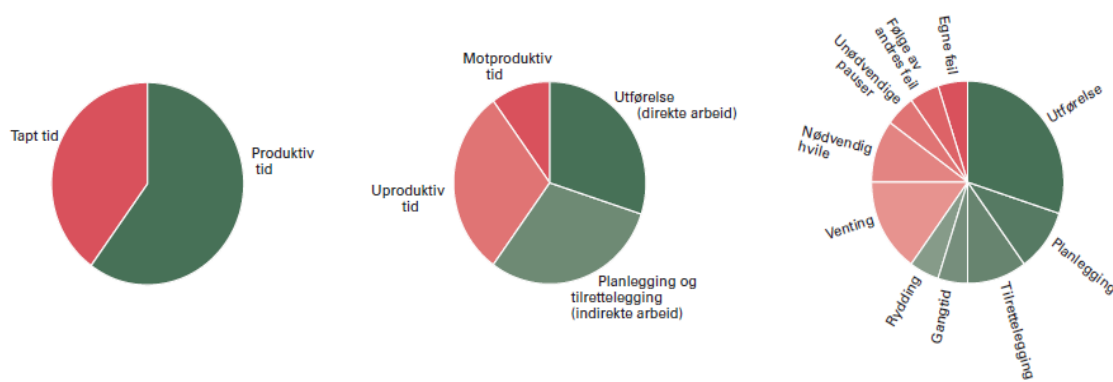
Prosent planlagt utført (PPU) gjennomføres når produksjon har startet. Når en det f. eks. har planlagt å utføre 10 arbeidsoperasjoner i en uke, og det bare blir gjennomført 5, blir PPU = 50%. Når arbeidsoperasjoner ikke blir gjennomført i tide, skal det gjennomføres en årsaksanalyse som finner årsaken til at arbeidet ikke ble gjort. Når analysen er utført skal det iverksettes aktuelle tiltak og lære fra feilen slik at det ikke gjentar seg.

### 3.4 INVOLVERENDE PLANLEGGING I VEIDEKKE

I dette delkapittelet introduseres Veidekkes arbeidsmetodikk, Involverende planlegging (IP) i produksjon. Kapittelet bygger på Veidekkes veileder i Involverende planlegging i produksjon (2015), og boken Lean Construction skrevet av Kalsaas (2017).

Involverende planlegging er en planleggings- og styringsmetodikk som er basert, og videreutviklet av Last Planner. Arbeidsmetodikken er tilpasset til byggenæringen og driver fremdriftsplanlegging i prosjektbaserte produksjon (Veidekke Entreprenør, u.d.). Den har sin hensikt å redusere tapt tid og skape bedre flyt ved å fjerne hindringer og farer inn mot produksjonen. Målsettingen til IP er å redusere den tapte tiden som ikke skaper verdi, og erstatte det med produktive og effektive arbeid, enten i form av direkte eller indirekte arbeid. Med dette menes det arbeid som planlegging, tilrettelegging, eller fysisk utførelse som skaper verdi både til selskapet og kunden. Målet er å kunne jobbe uhindret, og ikke øke arbeidsintensiteten.

Tapt tid i produksjon kan knyttes til flere årsaker som for eksempel ufullstendige tegninger, feilproduksjon, og mangel på ressurser. Tiden som går tapt kan inndeles inn i to tilstander: uproduktiv tid og motproduktiv tid. Uproduktiv tid kan for eksempel være venting og unødvendige pauser. Motproduktiv tid er tid som brukes på arbeid som ikke skaper verdi på grunn av produksjonsfeil, bade i form av egne eller andres feil. En som jobber motproduktiv bruker arbeid og tid på produksjon som må rettes, og øker den arbeidsmengden som en har igjen til å produsere. Samtidig som det kan skape mistrivsel, kaster bort tid og ressurser. Figur 11 illustrerer fordelingen mellom tapt tid, og produktiv i et typisk prosjekt.

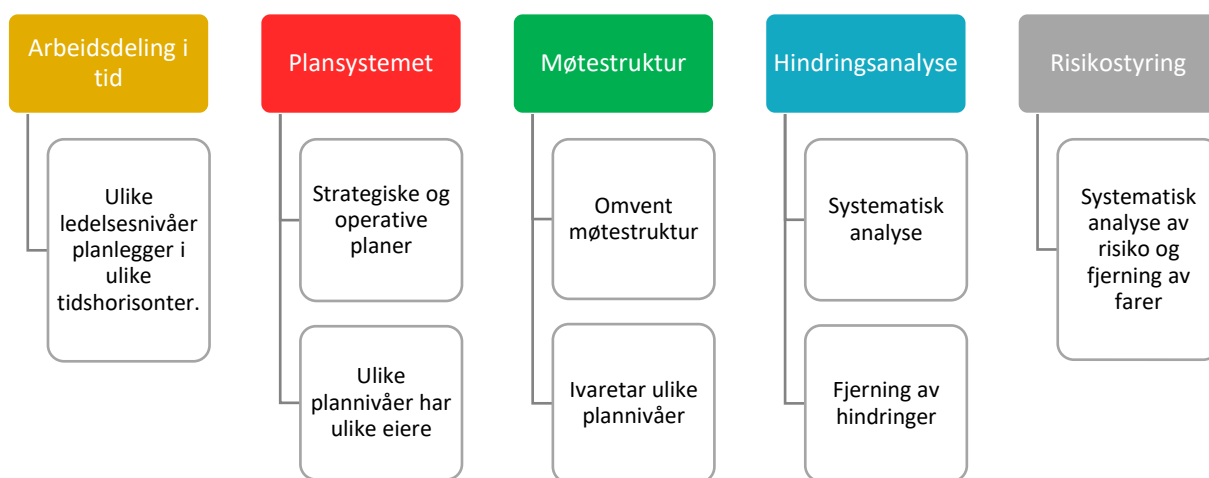


Figur 11 Tidsforbruk i et prosjekt (Veidekke ASA, 2015)

Diagrammene over beskriver IPs målsetning ved å indikere hva som ønskes mer av (grønn sektor), og hva som skal reduseres (rød sektor). Dersom det den tapte tiden reduseres vil produktivtetsgraden i et prosjekt øke, og selv ved små reduksjoner kan det gi et stort produktivitetspotensial. Denne tankegangen med å redusere sløsing er et svært sentralt tema innen Lean Construction.

IPs arbeidsmetodikk inneholder i stor grad at planlegging skal utarbeides i fellesskap av de utførende, og at arbeiderne skal ha et godt kjennskap til og innflytelsen på sine egne arbeidsoppgaver. Det er fokus på at planer lages med økt detaljeringsgrad inn mot produksjon, og gi eierskap og gjensidige løfter. Men også at ulike plannivåer skal ha ulike eiere, slikt at flere forplikter seg til planen. I tillegg skal hindringer og farer fjernes systematisk slik at sunne og sikre aktiviteter kommer til utførelse. Og når de planlagte aktiviteter ikke blir gjennomført, skal årsaken analyseres, sette tiltak og lære fra feilen. (Veidekke ASA, 2015)

Det er fem hovedelementer som bidrar Involverende planlegging til en suksess i prosjektbasert produksjon, og disse blir presenteres i de neste underkapitlene. De fem hovedelementene er følgende:

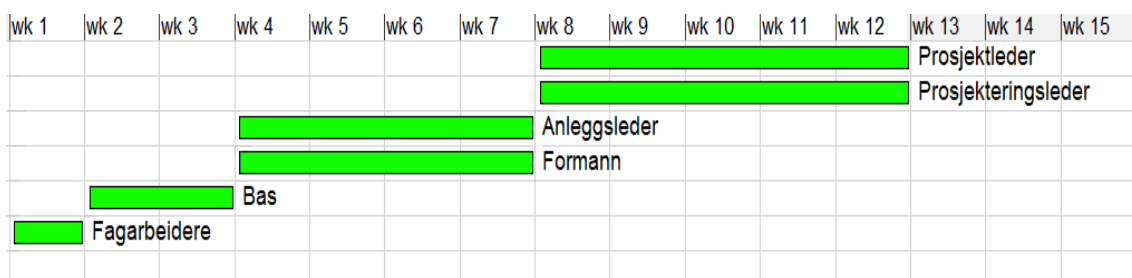


Figur 12 De fem hovedelementene i IP

### 3.4.1 ARBEIDSDELING I TID

Generelt i byggenæringen har de fleste en hierarkisk oppbygning av ledersystem, der ledelsen i toppen styrer planlegging fra start til ferdigstillelse. En slik oppbygning kan eksempelvis bestå av prosjektleder på toppen, prosjekteringsleder og anleggsleder under, og formann, bas og fagarbeidere under der igjen. En tradisjonell arbeidsfordeling der ledelsen i stor grad har ansvaret for alle plannivåer, og må fortelle hva de de andre under må gjøre, har lenge ansett som en dårlig metode for Veidekke. Selskapet har derfor utarbeidet et nytt arbeidsfordelingssystem som de kaller «arbeidsdeling i tid».

Arbeidsdeling i tid innebærer at planleggingsansvaret fordeles mellom ulike ledelsesnivåer med hovedfokus på ulike tidsperioder fremover i tid (Veidekke ASA, 2015). Det betyr at fagarbeidere planlegger sine egne arbeids- og lagsplan selv i en uke frem i tid, fordi det er fagarbeiderne som har mest kunnskap på hvor lang tid, og hvor mye de klarer å produsere lagt opp mot milepæler. Basene planlegger fra uke 2 til 3, med hovedfokus på hva som trengs av ressurser og kompetanse i nærmeste fremtid. Anleggsleder/driftsleder og formann planlegger fra uke 4 til 7, og prosjektleder og prosjekteringsleder planlegger langt frem i tid som fra uke 7 og utover.



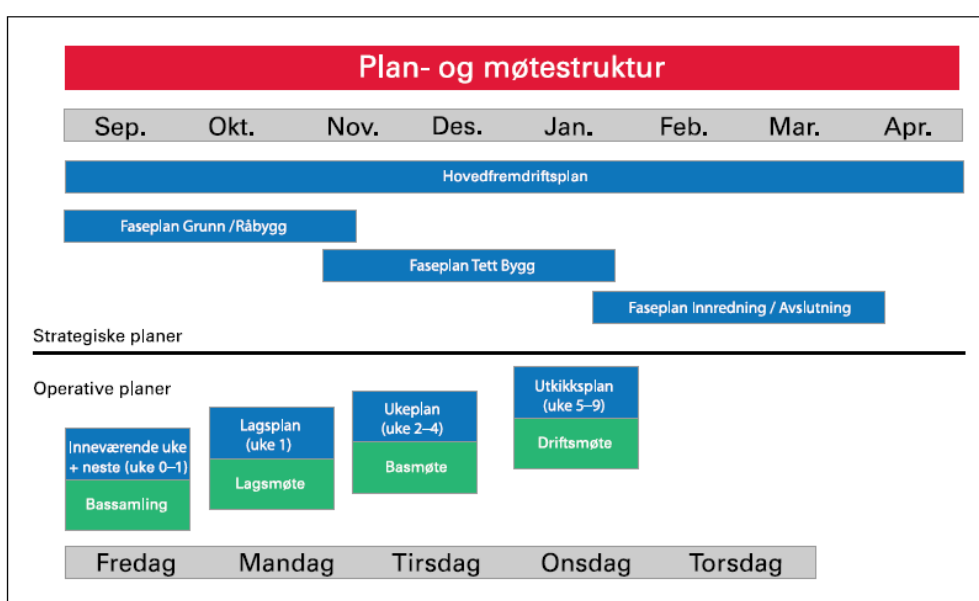
Figur 13 Eksempel på arbeidsdeling i tid

Selv om prosjektleder eller anleggsleder i prinsippet skal fokusere langt frem i tid, betyr det ikke at de ikke skal være informert på produksjonsnivå. Hensikten med denne type fordeling er at ulike ledelsesnivåer skal fokusere på områder der de har mest kunnskap og oversikt på, samtidig som det skaper forpliktelse og eierskap i arbeidet. Det at fagarbeiderne får lov å være med å planlegge hvordan arbeid skal gjøres frem i tid, betyr det ikke at de kan forlenge eller utsette frister. Tidsperspektivet på aktivitetene skal alltid kontrolleres, og settes etter hovedfremdriftsplan. Involvering, forpliktelse, og at ledere stoler på hverandre er viktige faktorer for at systemet fungerer til sin hensikt.

### 3.4.2 PLANSYSTEMET I IP

Plansystemet i Involverende planlegging er delt inn i to nivåer, nemlig strategiske planer og operative planer, se figur 17. Strategiske planer er langsiktige planer som definerer prosjektets målsetninger, behov og strategi for at prosjektet kommer seg i mål. Disse strategiske planleggingene gjøres normalt en gang i oppstartsfasen, med mindre det viser seg behov for endringer senere.

Operative planer er kortsiktige rullerende planer som utarbeides forløpende gjennom prosjektet. Med rullerende tidsplanlegging menes det at detaljplanlegging utarbeides i et tidspunkt der man kan ta riktige beslutninger, og ikke nødvendigvis tidligst mulig (Kalsaas, 2017). Aktivitetene overføres fra faseplanen til utviklingsplan, og derfra videre til uke- og lagsplan.



Figur 14 Plansystemet i Veidekke (Veidekke ASA, 2015)

#### HOVEDFREMDRIFTSPLAN

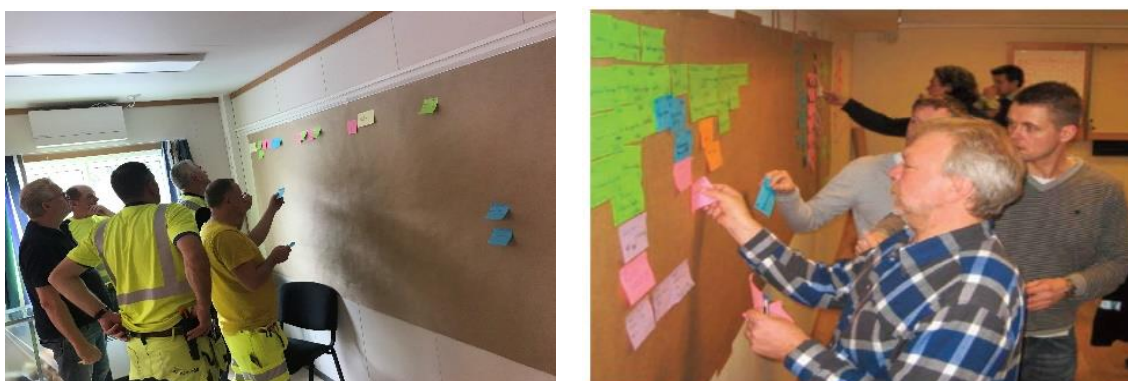
Hovedfremdriftsplan omfatter hovedmilepælene i et prosjekt, og beskriver prosjektets overordnede planer ut fra kontraktgrunnlag. Dette innebærer vurdering av risiko i og mellom hovedaktivitetene, og indentifisere farer i hovedfremdriftsplan. Det er prosjektleder som er ansvarlig for at planen blir utarbeidet, og denne skal gjøres sammen med kunden/byggherren. Planen skal brukes som utgangspunkt for faseplaner, risikostyring og riggplaner.

## FASEPLAN

En faseplan er en detaljert plan for inndeling, styring og oppfølging i en fase. Faseinndeling er en sentral del av prosjektplanlegging, og utarbeides for hver enkelt fase i prosjektet. Formålet med planen er å definere milepæler, og finne den mest optimale produksjonsmessige rekkefølgen på alle hovedaktivitetene for de ulike fagene. Det skal indentifisere og utarbeides risiko i enkelte- og samtidige aktiviteter. I tillegg skal faseplanen synliggjøre behov for sikker jobb analyse (SJA) i planen. Anleggslederen sammen med prosjektlederen har ansvaret for at faseplanen utarbeides.

For utarbeidelse av faseplan benyttes det et planleggingsverktøy som heter «Lappeteknikk», vist i figur 15. Denne teknikken kan sammenlignes med bakoverplanlegging i Last Planner System. Lappeteknikken kan defineres som et samhandlingsmøte som gir tverrfaglige forståelse. Teknikken innebærer at deltakere fra ulike fag samles, og indentifiserer alle hovedaktivitetene i fasen ved å skrive det på Post-it-lapper. Den totale tidsrammen for fasen baseres på milepælene i hovedfremdriftsplan, og lapper med ulike farger blir brukt til å representere ulike fag. Hver enkelte fag skriver ned sine aktiviteter uten at andre fag må gjøre arbeids i mellomtiden, og henger disse på en oversiktlig tavle. Før disse Post-it-lappene henges opp må det forklares aktivitetens varighet og funksjon. Deretter tidfestes disse hovedaktivitetene på en tavle i en rekkefølge alle er enig om, og kontrollerer tidsbruket opp mot fremdriftsplanen. Dette gjøres ved at alle diskuterer og flytter på lappene. Her handler det om å dele sine forutsetninger slik at planen blir best mulig for alle.

Denne teknikken bidrar til å utarbeide en realistisk plan som alle får eierskap og forplikter seg, ved at alle fag deltar i utarbeidelsen av planen. I tillegg skaper det fellesskap, innsikt og forståelse på hvorfor aktiviteter planlegges akkurat som det gjøres. En svakhet med denne teknikken er at det ikke visualiserer avhengigheter godt nok (Kalsaas, 2017), og med mange lapper hengende på en stor tavle kan det fort miste oversikt og kontroll.



*Figur 15 Lappeteknikk i Veidekke (Veidekke ASA, 2015)*



### **UTKIKKSPPLAN - DRIFTSMØTE**

En utkikkspplan er en plan som skal kontrollere arbeidsflyt, og sikre selvstendige aktiviteter i prosjektet. Planen skal bestemme og sette grunnlegg for ulike vurderingskriterer for sikker jobb analyse (SJA). Samtidig skal det kontrollere riggplan for arealkapasitet, og ta hensyn til plaskrevende leveranser på byggeplassen. Planen skal utarbeides av anleggsleder i samarbeid med formennene, og beskrive aktiviteter i en periode mellom 5-9 uker frem i tid. Utsikksplanen skal alltid være oppdatert og informert til involverende deltakere i prosjektet. På et driftsmøte skal de ansvarlige påse at aktiviteter er på samme detaljeringsnivå, utføre systematisk hindringsanalyse, og kommunisere mellom fag om risiko ved samtidige aktiviteter. Detalj om hindringsanalyse er presenter nærmere i underkapittelet 3.4.3.

### **UKEPLAN - BASMØTE**

Formålet med ukeplan er definere og forberede nærmeste aktiviteter til utførelse. Dette innebærer f. eks. å sørge for riktig utstyr, kran, kompetanse og oppdatert handlingsplan. Ukeplanen skal beskrive aktiviteter i en periode mellom 2-3 uker frem, og ansvaret for at dette gjøres er formennene i samarbeid med basene. Helse- og risikovurdering er alltid prioritert i produksjonen, derfor skal en ukeplan også inneholde utarbeidelse av SJA-plan.

I et basmøte tas det opp vurderinger av ressurser i forhold til aktiviteter, og risikovurdering som er lagt til grunn for SJA. Samtidig vurdering av avvik, analyse farer og produksjonsrekkefølge av aktiviteten. I tillegg til utføres hindringsanalyse og oppdatering av leveranse- og riggplan.

### **LAGSPLAN - LAGSMØTE**

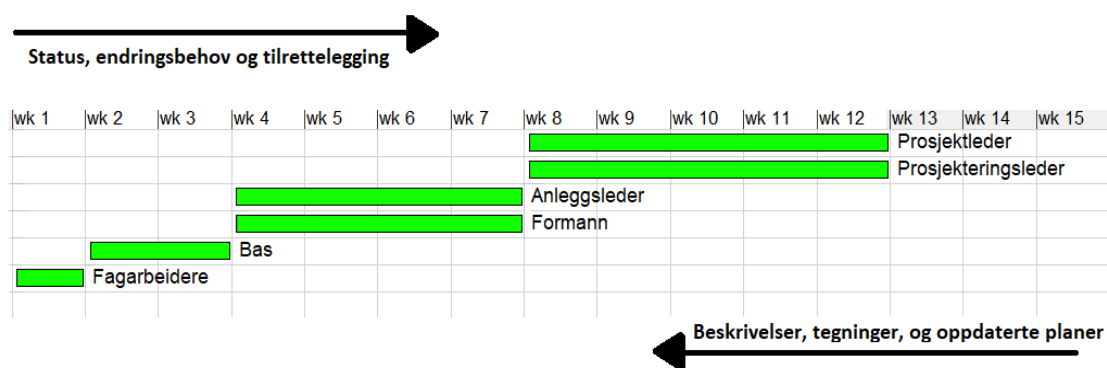
Lagsplan er en detaljert koordineringsplan over ukens aktiviteter, der formålet er å dele aktiviteter til hver enkelt fagarbeider, og gjennomgå sikkerhetsrutiner som SJA. Formann har ansvaret for at lagsplanen utarbeides og oppdateres for hver tid. I lagsmøtet gjennomgås ukeplanen, leveranser, ressurser og risikoreduert tiltak.

### **MORGENMØTE/SKIFTSMØTE**

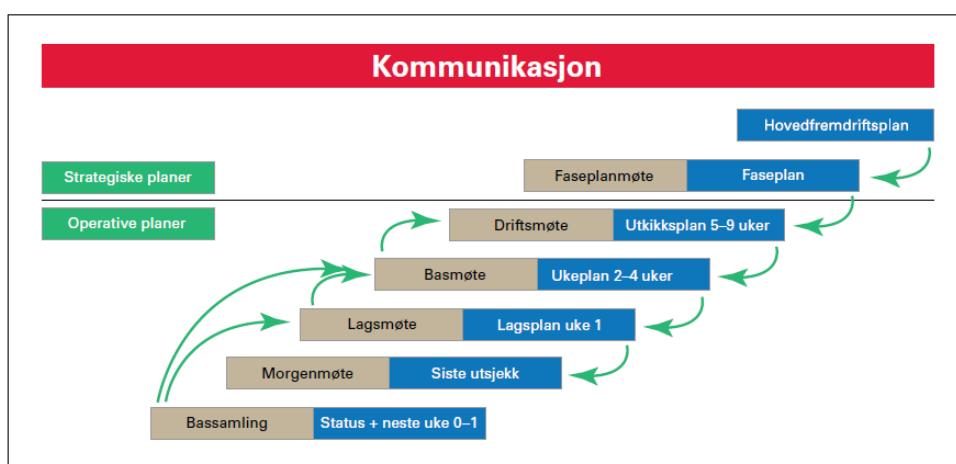
Et kort møte på 5-10 minutter med gjennomgang av dagens oppgaver, og risiko knyttet til disse aktivitetene før det starter. Hensikten med et slik møte er å friske opp fagarbeiderne hva som er avtalt og planlagt fra lagsplanen.

### 3.4.3 MØTESTRUKTUR

Møtestrukturen i Involverende planlegging er systematisert etter arbeidsdeling i tid og plansystemet, vist i figur 16. Møtestrukturen som benyttes kalles for «omvendt møtestruktur», og innebærer at koordinering og planlegging går i en konstant rullerende informasjonsstrøm gjennom alle møtenivåene, vist i figur 17. Denne fungerer ved at det starter med lagsmøte på mandager, så til felles basmøte på tirsdager, og deretter til driftsmøte på onsdager. Alle beslutninger, endringer, og tilrettelegging som er tatt fra basmøte opp til driftsmøte rapporteres til ledelsen, og derifra lages det nye oppdaterte faseplan, utviklingsplan, ukeplan, lagsplan. Denne prosessen går i en uendelig sirkel, og sørger for at planer på høyere nivåer alltid baseres på det som foregår i planer på lavere nivåer, og det som foregår i produksjon (Andersen, 2013). Omvendt møtestruktur gjør prosessen fleksibel og sørger for at de faktiske beslutningene legger føringer på planprosessen, samt at prosessen blir dynamisk. I tillegg gir det mulighet for kreativitet fra ledere i ulike ledelsesnivåer, og skaper praktiske optimale løsninger i produksjonen.



Figur 17 Omvendt møtestruktur i Veidekke

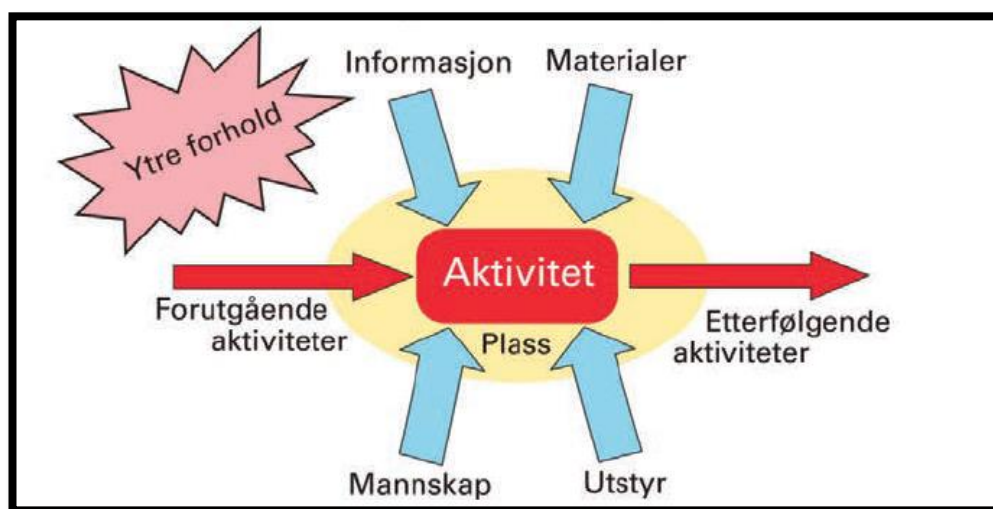


Figur 16 Kommunikasjon i omvendt møtestruktur (Veidekke ASA, 2015)

### 3.4.4 HINDRINGSANALYSE

Hindringsanalyse er en systematisk analyse som baserer seg på de 7 forutsetningene for en sunn aktivitet. Formålet med hindringsanalyse er at en kan arbeide kontinuerlig, lære av feil og tilrettelegge aktiviteter slik at det utføres sunn. En sunn aktivitet er en aktivitet som er uhindret, effektiv og som ivaretar helse og sikkerhet (Veidekke ASA, 2015). De syv forutsetningene for en sunn aktivitet er følgende (Kalsaas, 2017):

1. **Forutgående aktivitet:** Forutgående aktivitet må være helt avsluttet og ha riktig kvalitet
2. **Informasjon:** Alle informasjonen i form av prosjekteringsmateriale må være tilgjengelige og ivareta kvalitet, helse og sikkerhet
3. **Materialer:** Riktig kvalitet og mengder av materialer må være tilgjengelig på arbeidsstedet
4. **Mannskap:** Mannskapet må ha riktig kompetanse og kapasitet. Behov for variasjon i arbeidsoppgavene er ivaretatt
5. **Utstyr:** Effektive utstyr, med god sikkerhet og lite belastende skal alltid tilgjengelig
6. **Plass:** Arbeidsstedet og tilkomstområdene er ryddig og klargjort. Sikkerhetstiltak er på plass.
7. **Ytre forhold:** Godkjenninger og tillatelser er gitt, samt at værforholdene er tilfredsstillende



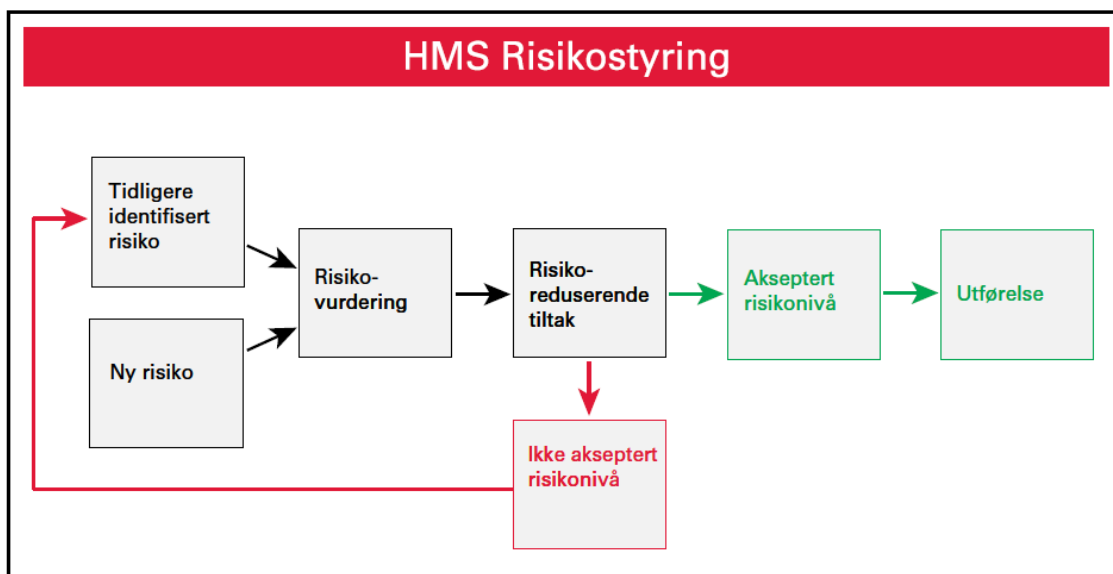
Figur 18 De syv forutsetningene for sunn aktivitet (Veidekke ASA, 2015)

### 3.4.5 RISIKOSTYRING

Veidekkes visjon er en skadefri arbeidsplass, der alle som jobber for Veidekke kommer hjem like hel som de kommer på jobb. Veidekkes første prioritering er 0 alvorlige skader, og andre prioritering er 20% årlig reduksjon i antall skader. (Veidekke Entreprenør, u.d.)

For å oppnå dette er risikovurdering satt sentralt i arbeidsmetodikken, og integrert i Involverende planlegging. En integrert risikostyring i IP innebærer at plansystem gir mulighet til å vurdere risiko og fjerne farer både på langsikt og kortsikt. En tilpasset møtestruktur i forhold til planene som sørger for at risiko blir tatt opp i møtene og vurdert. Samtidig at det utarbeides en systematisk hindringsanalyse som avdekker potensielle farer, og hvordan man unngår disse ved å beslutte tiltak. I tillegg bidrar arbeidsdeling i tid en definering på ansvarsområder for hvem som må utarbeide risikoreducerende tiltak, og oppfølging av disse. Disse tiltakene skal bidra til å redusere risiko, og at konsekvensene blir minst mulig dersom det oppstår.

Integrering av fremdriftsplanlegging og risikoanalyse ble ikke utarbeidet kun for direkte arbeidsoperasjoner men også for indirekte arbeidsoperasjoner. En undersøkelse viser at kun 1/3 av skadene oppstår under direkte arbeid, mens nærmere 2/3 skjer under rigging, transport og forflytting (Veidekke ASA, 2015). Risikoanalyser i Veidekke er derfor rettet både for indirekte og direkte arbeidsoperasjoner, og i alle plannivåer.



Figur 19 Integrert risikostyring i IP (Veidekke ASA, 2015)

### 3.4.6 STYRKER OG SVAKHETER MED IP

Involverende planlegging har sin styrke med at arbeidsmetodikken balanserer mellom struktur og kultur. Med dette menes det at fokuset ved å skape flyt og økt produktivitet ikke bare rettes mot prosjektstruktur, men også gjennom høyere kompetanse og bedre samhandling fra en god kultur. Dette kan eksemplifiseres ved å spørre spørsmålet: Får man gode karakterer i matematikk ved å skjønne hvordan beregninger gjøres, eller hvorfor beregninger gjøres som det gjøres? Svaret på dette er at en får gode karakter i matte ved å skjønne hvorfor, og ikke hvordan beregninger gjøres. Dette fordi når en skjønner hvorfor vil man raskere kunne forstå hensikten og skjønne hvordan ting fungerer og gjøres.

Det samme prinsippet gjelder i byggenæringen. For å skape et godt produkt så kreves det både at man har en god plan, samt en god kommunikasjon og arbeidsforståelse for arbeidet. Mye av dette er innbakt i Involverende planlegging. Gjennom arbeidsdeling i tid, skaper det definerte fokusområder i planlegging for de ulike ledelsesnivåene. Det er ikke bare ledere på toppen i prosjektet som planlegger, men også utførende fagarbeidere. Dette skaper tillit, kreativitet, forpliktelse, forståelse og eierskap til arbeidet.

Kombinasjonen av plannivåer og omvendt møtstruktur bidrar til bedre kommunikasjon og forståelse mellom ledere på toppen og fagarbeidere. Dette sikrer at planer på høyere nivå baseres på planer på lavere nivåer, og det som foregår i produksjon. I tillegg skaper det fleksible og dynamiske prosesser gjennom rullerende planlegging, og tilpasser tidsforbruket i produksjonen. Planlagte aktiviteter utføres uhindret, sikker, effektiv og med riktig kvalitet gjennom integrert risikoanalyse og hindringsanalyse. Samt at det ivaretar arbeiderens sikkerhet, risiko og helse på arbeidsplassen, både i form av indirekte og direkte arbeid. Disse elementene kan bidra med å øke produktivitet gjennom eierskap, sunne aktiviteter, og forståelse i prosjekt.

Selv om en metode er god, så vil den aldri være perfekt i den forstand. Involverende planlegging har ikke definert PPU's posisjon tydelig i sin arbeidsmetodikk, og det samme med årsaksanalyse (Kalsaas, Grindheim, & Læknes, 2014). PPU måling er et sentralt element i LPS, og er nødvendig for å kunne måle periodevis produktivitet. Dette er ikke vist godt eller beskrevet i Veidekke veiledning i Involverende planlegging. Det er beskrevet godt hvordan man oppnår sunne aktiviteter gjennom de 7 forutsetningene, men det er ikke beskrevet hvordan man behandler avvik dersom det oppstår. Plan- og møtstrukturen i Involverende planlegging er veldig kompleks, men også veldig omfattende og styrende. Det at alle beslutninger, endringer og eventuelt avvik skal rapporteres videre opp i ledelsesnivåene kan ses som en utfordring i praktisk. Fra erfaring kan informasjon lett bli fort glemte eller rotes bort før de kommer til riktige hender.

I følge Kalsaas (2017) så er lappeteknikk en absolutt et bra verktøy å benytte for å systematisere aktiviteter i en optimal rekkefølge, men det har også en svakhet ved at verktøyet ikke indikerer avhengighetene godt nok. Med tanke på dette kan det fort resultere til misforståelser ved økt antall endringer i faseplanen. I alle disse områdene kan det forbedres, og utvikles slik at metodikken når opp i en enda høyere nivå.

## 3.5 BYGNINGSINFORMASJONSMODELLERING (BIM)

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) er en sammensetning av interaksjoner, prosesser, og teknologier som genererer en metodikk til å kunne samarbeide, og dele nødvendige informasjon gjennom hele byggeprosessen (Succar, 2009). BIM har blitt uttalt som den mest lovende utviklingen i arkitektur, prosjektering og konstruksjon industrien (Azhar, 2011), og bidrar til å løse mange operasjonelle problemer.

BIM brukes i mange sammenhenger. Noen bruker BIM i en sammenheng med bygningsinformasjonsmodell, og noen bruker det i en sammenheng med bygningsinformasjonsmodellering.

Bygningsinformasjonsmodell brukes når det er snakk om en grafisk modell eller en ikke grafisk informasjon. Denne modellen eller informasjonen kan for eksempel være en 3D-modell som visualiserer byggets oppbygning som vegg, søyler, romskjema, volum og mye mer. Mange oppfatter BIM som bare 3D-modell, men det er mer enn dette. BIM-modell innebærer også analyse, beregning og simuleringer av f. eks. aktivitetskollisjoner, mengdekontroll, energisimulering, logistikk planlegging, drift, vedlikehold etc. En BIM-modell er altså en digitalisert grafisk og ikke grafisk informasjonskapsel basert på informasjoner som utarbeides, og utveksles gjennom hele prosjektets faser. BIM i en sammenheng med bygningsinformasjonsmodellering benyttes når det er snakk om arbeidsprosessen for å utarbeide en BIM-modell/informasjon.

BIM er delt inn i 6 dimensjoner, og disse dimensjonene er som følgende:

- 2D BIM: Andredimensjons visning av datamodeller
- 3D BIM Geometri: Tredjedimensjons visning i datamodeller
- 4D BIM Planlegging: Visualisering av fremdrift i tid med 3D modell
- 5D BIM Estimering: Visualisering av fremdriften og relaterte kostander over tid
- 6D BIM Bærekraftighet: Energiforbruksanalyser
- 7D BIM Tjenester: Drift og vedlikehold av anlegget gjennom hele livssyklusen

I henhold til oppgavens omfang som er Veidekkes arbeidsmetodikk og dens påvirkning av 4D BIM, vil litteraturen videre kun fokuseres på den fjerde dimensjonen av BIM. Det må bemerkes at 4D BIM blir omtalt som 4D-planlegging videre i kapittelet.

### 3.5.1 HVA KREVES FOR Å LYKKES MED BIM

Flere selskaper innenfor bygg- og anleggsbransjen har fulgt den teknologiske strømmen og har gradvis implementert nye verktøyer som kan øke verdiskapningen i et byggeprosjekt. Et godt eksempel på dette er implementering av BIM. De potensielle fordelene med BIM er bevist gjennom tiden (Aouad, Wu, Lee, & Onyenobi, 2012), og stadig flere nye kommer til syne. Implementering av BIM har derimot vært utfordrende, og i dette delkapittelet introduseres faktorer som spiller inn for en vellykket implementering av dette. Faktorene som presenteres er basert på erfaringsdata fra detaljprosjektfasen, og er en del av et rehabiliterings og restaureringsprosjekt av Urbygningen ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. (Bråthen & Moland, 2015)

#### DEFINERTE BEHOV OG HENSIKT

Før det introduseres nye verktøy eller arbeidsmetoder i et omstillingsprosjekt er det viktig å avklare hensikten og behovet for en omstilling. Dette er for at tiltaket skal få tilstrekkelig legitimitet og at påvirkende deltakere får mer forståelse for omstillingsprosessen. Det er derfor viktig at ledelsen tar ansvar for å informere og motivere påvirkende deltakere, slik at det skaper en tydelig fremstilling om hva som forventes og gevinsten fra dette. (Bråthen & Moland, 2015)

#### KLARE MÅL, FORANKRING OG INFORMASJON

Målklarhet, forankring og informasjon utpekes som viktig når det gjelder tiltak som skal iverksettes innenfor prosjektorganisasjon i byggebransjen. Dette fordi prosjektorganisasjoner i byggebransjen oftest består av flere aktører og underleverandører. Klare mål er dermed nødvendig for at alle påvirkende deltakere jobber i samme retning og skjønner behovet med det. Dersom målene ikke formuleres tilstrekkelig kan det føre til to negative konsekvenser. Det første er at det lages en splittelse av enighet om målet eller målene. Det andre er at det kan forlenge oppstartsfasen, fordi målet eller målene er uklare. (Bråthen & Moland, 2015)

Forankring er hovedpilarer for å lykkes med innovative anskaffelser og bidrar til at ulike bedrifter og fag involverer seg. Dårlig forankring kan få som følge ved at omstillingsprosjektet ikke utføres fullt eller at det avsluttes. Det er derfor viktig at alle deltakere er tilstrekkelig forankret og tilknyttet ved oppstart, slik at omstillingsprosjektet kan utføres med motivasjon. Igjen her er det viktig at alle deltakere forstår behovet ved en omstilling, og at gevinstene ved å gjøre det tydeliggjøres. I tillegg er det viktig at alle deltakere får de riktige informasjonene der ingen uklarheter rundt omstillingsprosessen oppstår. (Bråthen & Moland, 2015)

## **INVOLVERING OG SAMARBEID**

Involvering og samarbeid blir sett som den største barrieren når det kommer til et omstillingsprosjekt. Dette fordi omstilling oftest krever reorganisering av arbeidsoppgaver og arbeidstid som kan føre ulemper for de påvirkende. Samarbeid og involvering er dermed viktig for å få alle engasjerte i å gjennomføre de tiltakene som kan sikre måloppnåelse. God involvering og samarbeid forutsetter at riktige resursesser er på plass, og at mål og virkemidler samsvarer mellom hverandre. (Bråthen & Moland, 2015)

I et omstillingsprosjekt der flere aktører spiller inn er det ekstra viktig at involvering og samarbeid fokuseres. Her kommer det inn viktige parametere som, hvem som involveres, hvor tidlig, og hvor mye og hvorfor. Når dette tydeliggjøres, er det lettere å få enighet om hovedmålene for et prosjekt. (Bråthen & Moland, 2015)

## **GOD OPPFØLGING OG RIKTIGE RESSURSER**

God oppfølging gjennom hele omstillingsprosessen er viktig for å skape reelle forankring og motivasjon til de som jobber med prosjektet. At overordnet ledelse etterspør resultater formidler at prosjektet er viktig, og at omstillingen blir tatt seriøst. Motsatt hvis det mangler oppfølging kan det skape mindre motivasjon og svekker omstillingsprosjektets gjennomføringsevne. Kartlegging og vurdering bør utføres underveis og er nyttige verktøy for å måle suksessverdien ved en omstillingsprosess. Innsamlet informasjon kan bidra til å indikere utfordringer, og fra dette videreutvikle til enda bedre. (Bråthen & Moland, 2015)

Tilgang til riktige ressurser er også nødvendig og avgjørende for et omstillingsprosjekt lykkes. Eksempler på ressurser kan være endringskompetanse, fagkompetanse, tekniskkompetanse, utstyr og tid. Disse ressurser må alltid være tilstede slik at nye omstillinger kan gjøres uten hinder og vanskeligheter. (Bråthen & Moland, 2015)



## 3.6 4D-PLANLEGGING

4D-planlegging er en tredimensjonalt CAD-modell knyttet til tid som benyttes til fremdriftsplanlegging (Basu, 2007). En 4D-modell genererer nøyaktige prosjektinformasjon, og muliggjøre visualisering av prosjektets utvikling i rekkefølge. Dette bidrar til at involverte aktører får større muligheten til å kunne se hindringer, og situasjoner i en vinkel som man ikke kan se gjennom en tradisjonell Gantt-diagram, eller 3D-modell. 4D-modellen bidrar også til bedre oversikt over fremdriften når «videoen» spilles av. Det vil gi bedre grunnlag for vurdering om planlagte arbeider er riktig eller om det må korrigeres. Dette konseptet har eksistert lenge, og har vært utviklet siden 1980-tallet (Baldwin & Bordoli, 2014). Det hele startet da mange store byggeorganisasjoner brukte 3D-modeller for å bygge manuelle 4D-modeller i store komplekse prosjekter. 4D-modeller var ikke utviklet i den perioden, men siden etterspørselen av visualisering var stor, ble det utviklet manuelle 4D-modeller.

Disse modellene bestod av skjermbilder av prosjektinformasjon, og 3D-modeller av hver fase av prosjektet over perioder i tid. Etersom 4D-modellene ble laget manuelt, krevde det mye tid og kostnad for å opprettholde modellene. Det var ikke før på slutten av 1990-tallet det kom komplette 4D-modeller med delvis automatiske tilkoblinger til 3D-modellen og fremdriftsplanen.

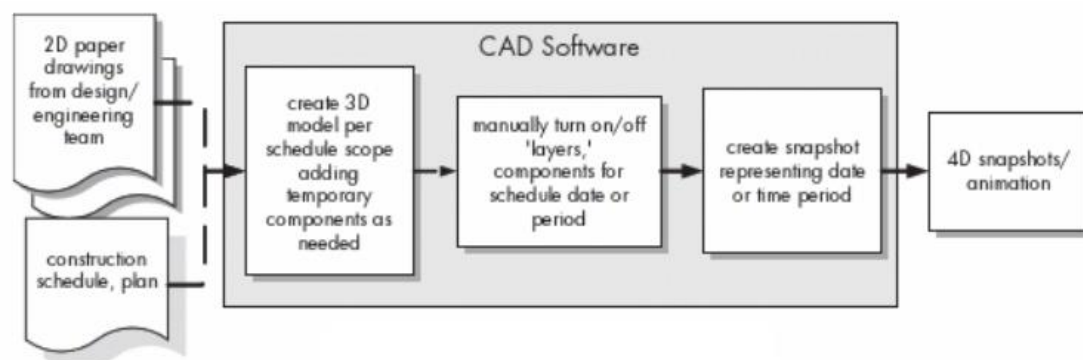
Flere selskaper i byggenæringen har sett potensialene med 4D-modeller, og dens bruk i planlegging. Blant annet har Statsbygg satset på 4D sammen med NTNU og Arktis AS siden 1998 (Teknisk Ukeblad Media AS, 2001). Statsbygg mente at 4D-planlegging kunne løse konkrete problemer i byggebransjen, og bidra til reduksjon av tid, kostnad og konflikter mellom aktører. Selv om 4D har vært anerkjent lenge, så har ikke bruken av 4D-modeller vært aktivt brukt i byggenæringen før de siste 5-10 årene (Byggeindustrien, 2017).

### 3.6.1 UTVIKLINGSPROSESSEN FOR 4D-MODELLERING

I følge Eastman, Teicholz, & Sacks (2011) er det tre forskjellige fremgangsmåter å bygge en 4D-modell:

1. Manuel metode ved bruk av 2D- eller 3D-verktøy
2. Innebygd 4D funksjoner i en 3D eller BIM-verktøy
3. Eksportere 3D/BIM til en 4D-verktøy og deretter importere en fremdriftsplan

Den første metoden går ut på å lage 4D-modeller manuelt ved å markere, og tegne med forskjellige farger til tilhørende CAD sekvenser for å illustrere fremdrift av arbeids gjennom tid. Det blir altså laget bilde- eller animasjonsklipp bygget opp av CAD-modeller med tilført prosjektinformasjoner inn i modellen. Denne metoden er tungvint fordi det må gjøres manuelt, og dersom det oppstår endringer må en ny 4D-modell lages på nytt med nye detaljer. Man kan se for seg at denne metoden ikke er optimal, og kan kreve fort mye tid og kostander for å visualisere.

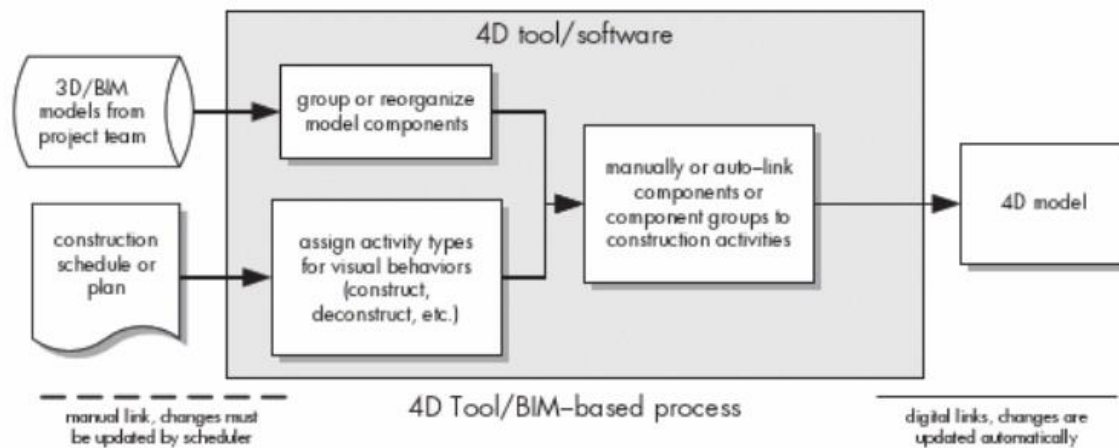


Figur 20 Manuel metode for 4D-modell (Eastman et al., 2011)

Den andre metoden innebærer er å benytte 4D funksjoner i 3D eller BIM-verktøy. De fleste 3D-verktøy som Revit Architecture har funksjoner som kan lage korte filmsnutter av 3D-modeller. Med slike funksjoner kan en lage animerte 3D-modeller som viser en spesifikk byggefase eller ferdigstilt bygg, men på ingen måte visualisere utviklingen av en byggeprosess. Modellen kan heller ikke knyttes til en fremdriftsplan, og er dermed mer egnet til å vise grunnleggende faser i byggeprosessen.

Den siste fremgangsmåten er metoden som oftest blir benyttet i 4D-planlegging, vist i figur 21. For å generere en 4D-modell utarbeides en fremdriftsplan og en tilhørende 3D-modell. Deretter importeres fremdriftsplanen, og modellen inn i et 4D-program for simulering. Ikke alle 4D-programmer krever importering av fremdriftsplan, det finnes også andre som gir mulighet til å lage en fremdriftsplan direkte i programvaren (Synchro).

Som oftest må både 3D-modellen og fremdriftsplanen justeres i detaljer før importering slik at sammenkoblingen i 4D-programmet blir lettere. Når fremdriftsplanen enten er importert eller utarbeidet, og 3D-modellen er importert inn i 4D-programmet, starter informasjonsbehandlingen og sammenkoblingen av objekter og aktiviteter. Når denne prosessen er utført, kan en begynne å simulere 4D-modellen.



Figur 21 Vanlig prosess til 4D-planlegging (Eastman et al., 2011)

Dersom det oppstår endringer i 3D-modellen må det importeres en ny 3D-modell inn i 4D-programmet, og sammenkoblingen må gjentas. Det betyr at følgende arbeider må gjentas:

- Justere 3D-modellen
- Importere data til 4D-programmet
- Sammenkoble objekter til tilhørende aktivitet
- Justere visualiseringsparametere
- Kjøre 4D simuleringen på nytt

En typisk fremdriftsplan kan inneholde opptil flere hundre poster/aktiviteter, og en 3D-modell med flere hundre elementer. Å sammenkoble disse objektene kan derfor ta opptil flere timer med arbeid. I mange tilfeller er det dermed bedre å ikke importere en ny 3D-modell, og heller ignorere små endringer i detaljer. Så lenge hovedelementene er riktige, og det ikke påvirker evaluering/analyse av 4D-modellen kan små feil neglisjeres.

Dersom det er avvik i fremdriftsplan, kan disse avvikene rettes enkeltvis i programmet uten å påvirke 3D-modellen. I verste tilfelle må aktiviteter kobles på nytt til objektet i 3D-modellen.

### 3.6.2 FORDELER MED 4D-PLANLEGGING

Byggebransjen har gjennom tiden vært vitne til mange fordeler ved bruk av 4D-planlegging. Flere har sett de potensielle styrkene med 4D, og benytter det gradvis mer i prosjektplanlegging. Styrkene til 4D-planlegging kan oppsummeres som følgende:

- Bedre visualisering av byggeprosessen
- Tidligere identifisering av bygningskonflikter og mulige kollisjoner
- Bedre forståelse av byggeprosessen og overvåkning av fremdriften
- Bedre koordinering av aktiviteter
- Bedre sikkerhet
- Reduksjon av tid og kostnad
- Bedre kommunikasjon
- Bedre integrering og kontrollering av kostnadsestimering

En av de tydeligst fordelene med 4D-modellering er at det gir mulighet til å visualisere hele byggeprosessen. Gjennom den visuelle effekten kan prosjektgrupper vurdere og evaluere planlagte arbeidsoperasjoner i sanntidsinteraksjoner, samt diskutere om mulige endringer og feil fra fremdriftsplanen. Dette kan bidra til mer detaljert planlegging på et tidligere stadium, samt avvik og prosjekteringsfeil lettere blir indentifisert (Webb, Smallwood, & Haupt, 2004; O'Brien, Gau, Schmeits, Goyat, & Khwaja, 2012).

Et eksempel på dette kan f. eks. være at det er planlagt å støpe et betongdekke på 200 kvadratmeter i en etappe, på en dag. Dersom denne arbeidsoperasjonen ikke er mulig å utføre, er denne feilen vanskelig å oppdage gjennom en tradisjonell 2D Gantt-diagram. I motsetning til 4D-modeller er det mye lettere å oppdage slike feil, ettersom 4D-modeller visualisere hele utviklingen til en byggeprosess. Ifølge Eastman et al., (2011) er dette en av hovedårsakene for at entreprenører vurderer og evaluerer en 4D-modeller i fellesskap før produksjon. Dette fordi det er lettere å indentifisere mulige forstyrrelser, hindringer, kollisjoner og logistikkproblemer.

Visualisering av byggeprosessen skaper også bedre forståelse for prosjektinvolverte og fagarbeidere som skal utføre byggeprosjektet. Dette fordi 4D-modeller visualiserer både det tidsmessige og det plassmessige aspektet av en fremdriftsplan (Eastman, Teicholz, & Sacks, 2011). Visualisering gjør også det lettere for prosjektinvolverte å kommunisere og diskutere om planlagte arbeidsoperasjoner, samt at det skaper bedre overvåkning av fremdriftsplanen (Khatib, Chileshe, & Sloan, 2007).

En annen positiv effekt av 4D-modellering er at det kan bidra til forbedret koordineringer og planlegging av fremdriftsplanen. 4D-modeller kan brukes til å koordinere og avdekke mulige logistikkproblemer på byggeplassen ved hjelp av bedre visualisering av stedet. F. eks. kan det brukes til å koordinere og forutse hvordan tett trafikk av kjøretøy på anleggsplassen påvirker det tilgjengelige arealet, samt koordinere arbeider på begrensede områder (Eastman et al., 2011). Mer konkrete eksempler kan eksempelvis være, hvor det er best å ha innkjørsel eller utkjørsel til byggeplassen, og plassering av

store containere og kjøretøy. I tillegg bidrar 4D-planlegging til bedre planlegging og koordinering av underentreprenører og leverandører (Aouad et al., 2012).

Ifølge Tawfik og Fernando (gjengitt etter Khatib et al., 2007) kan 4D-modellering også være i stand til å forbedre sikkerheten på anleggsplassen gjennom bedre planlegging. Oppdaterte informasjoner fra 4D simuleringer gjør logistikken nøyaktig, og bidrar til bedre koordinering av plassbruk, materialleveranser, flytting av personell og midlertidige utstyr.

4D-modeller kan også brukes til å vurdere hvordan et byggeprosjekt påvirker infrastrukturen og nærbygger (Eastman et al., 2011). Dette kan eksempelvis være hvordan et byggeprosjekt påvirker trafikken rundt seg, om det sperrer eller hindrer viktige innkjøringer, og om det blokkerer gangfelt og mye mer. Aouad et al. (2012) mener også at 4D bidrar til bedre integrering og kontrollering av kostnadsestimering gjennom visualisering.

Flere felldata har også bevist at 4D-modeller har potensial til å bidra mer optimalisert byggeledelse, derav tidsbruk og kostnader på byggeprosjekter minimaliseres (Allen & Smallwood, 2008; Mubarak, 2015). Ifølge Rischmoller og Alarcon (gjengitt etter Khatib et al., 2007) ble det bekreftet at bruken av 4D-planlegging forbedret arbeidsproduktiviteten i et pilotprosjekt. Dette inkluderte en reduksjon i tidsbruk fra 18 til 16 måneder, redusert byggefeil i byggeperioden, og en reduksjon på 10% i byggekostnader.

4D-verktøyet kan også brukes som et kommunikasjonsverktøy for alle prosjektinteressenter. Ifølge Barrett and Scoones (gjengitt etter Khatib et al., 2007) kan 4D-verktøyet bidra til et bedre forhold mellom rådgivere og entreprenører ved at det diskuteres rundt den visuelle modellen. Kommunikasjoner med visuelle modeller gjør det lettere for ulike aktører å forstå og forklare. På denne måten kan 4D-modellen bidra til bedre kommunikasjon for alle prosjektinvolverte.

4D-modellen kan også brukes til å markedsføre og visualisere byggherren hvordan byggeprosjektet kommer til å bli levert (Baldwin & Bordoli, 2014). Gjennom visualiseringen gir det økt forståelse av byggeprosjektets omfang, byggeprosess, strategi og byggetid for kunder og interessenter som ikke har kunnskap fra byggebransjen (Basu, 2007).

### 3.6.3 UTFORDRINGER MED 4D-PLANLEGGING

Selv om store deler av 4D-planlegging er observert til å gi positive effekter i prosjektplanlegging, har verktøyet også en rekke med utfordringer. Utfordringene til 4D-planlegging kan presenteres som følgende.

#### **KREVER FLERE PROGRAMVARER FOR Å UTARBEIDE EN 4D-MODELL**

For å utarbeide en 4D-modell er den avhengig av 2 typer data, og det er en fremdriftsplan og tilhørende 3D-modell. 4D-verktøyene til dags gir ikke mulighet til å lage en fremdriftsplan og en detaljert 3D-modell i samme programvare. Brukere må derfor bytte mellom 2 eller flere programvarer for å produsere de nødvendige dataene som kreves for å lage en 4D-modell. (Aouad et al., 2012)

#### **VISUALISERER IKKE ALLE DETALJER LIKE TYDELIG**

Det er visse begrensning på hvor godt en 4D-modell klarer å visualisere en fremdriftsplan, og det er ikke alltid alle informasjoner fra plan vises like tydelig. 4D-modellen kan i ulike sammenhenger og situasjon være vanskelig å visualisere, og det kan også oppstå tilfeller der byggeaktiviteter ikke kan visualiseres. Gant-diagrammer kan i enkelte tilfeller være mer optimal, ettersom det viser det totale perspektivet av et prosjekt mer tydelig. (Aouad et al., 2012)

#### **TIDSKREVENDE Å UTARBEIDE EN 4D-MODELL**

Utvikling av en 4D-modell kan være tidskrevende dersom byggeprosjekter er komplekse. Dette fordi hvert enkelte aktivitet må linkes manuelt til 3D-objekter (Tulke & Hanff, 2007). Nåværende 4D-programvarer er bygget opp slik at den kan operere et betydelig detaljnivå, og graden av detaljeringsnivået er en avgjørende faktor på hvor lang tid det tar å utvikle en 4D-modell. Ifølge Webb et al., (2004) er det mer optimalt å utvikle en enkel 4D-modell som flere kan utvikle og benytte seg av. Grunnen til dette er fordi mindre kompliserte modeller krever svakere prosessorer, og er mer tilpasningsdyktige ved endringer. Det er også en utfordring om det klares å utvikle en 4D-modell før produksjon, med tanke på den lange tidsbruken for å utvikle (Webb et al., 2004).

Menneskelige feil kan fort oppstå under utvikling av en 4D-modell, og disse feilene kan også være vanskelig å oppdage. 3D-modeller kan heller ikke kobles eller optimalisere automatisk til fremdriftsplanen dersom endringer oppstår. Behov for manuelt vedlikehold av plan er derfor nødvendig. (Aouad et al., 2012)

#### **IMPLEMENTERING AV 4D-PLANLEGGING KAN VÆRE KOSTNADSKREVENDE**

I følge Eastman et al., (2011) kan implementering av 4D-verktøy påføre økonomiske kostnader for en bedrift, med tanke på at det kreves nye utstyr og ressurser. I tillegg kreves det også flere personer som må vedlikeholde og oppdatere 4D-planen kontinuerlig.

### 3.6.4 4D-VERKTØY

Det finnes mange ulike programvarer som benyttes til 4D-planlegging. Noen er mer avanserte og andre mindre. Noen eksempler på 4D programvarer er Vivo Office, Navisworks og Synchro Professional. I henhold til oppgavens omfang vil fokuset være rettet mot planleggingsverktøyet Veidekke bruker som er Synchro.

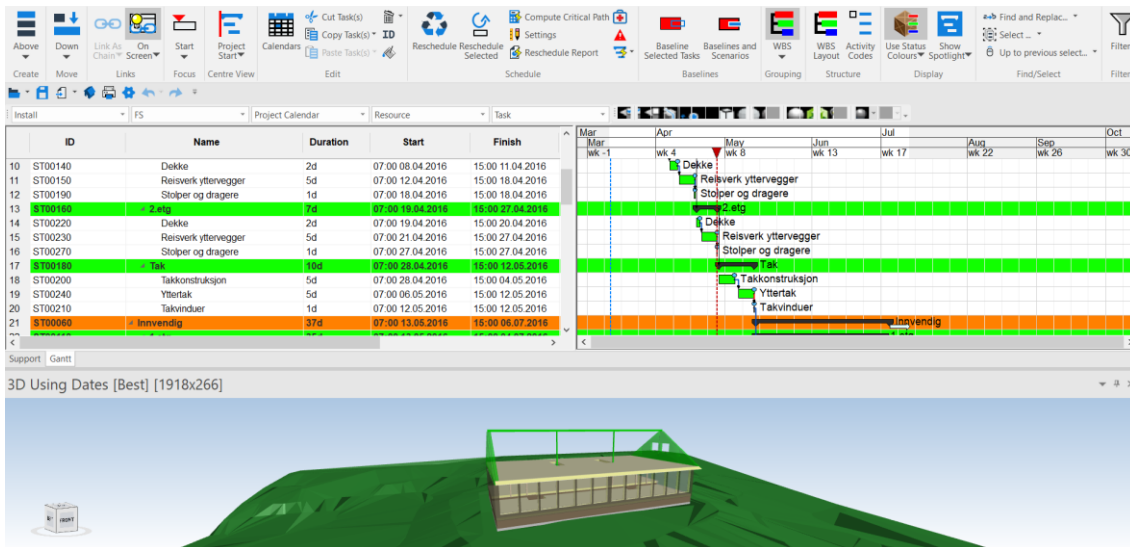
#### SYNCHRO PROFESSIONAL

Synchro Pro er et fjerde dimensjon planleggingsverktøy som benyttes til prosjektstyring, prosjektplanlegging, visualisering av byggeprosess, ressurs- og tidsfordeling, og risiko- og kostnadsanalyser. En forskjell mellom Synchro Pro og andre planleggingsprogrammer er at det er mulig å koble fremdriftsplanen sammen med 3D-modellen. Med en 3D-modell knyttet til fremdriftsplanen blir det lettere å få oversikt over hvilke bygningsdeler som tilhører til hvilke aktivitetsposter i et byggeprosjekt. Samtidig en får simuleringer og visuelle fremvisninger av hvordan byggeprosessen kommer til å bli. (Synchro Software, u.d.) Synchro har også flere tilleggs programmer som gjør styring, rapportering og kontrollering av fremdriften lettere og mer oversiktlig. Disse programmene heter; Synchro Workgroup Project, Synchro Site, og Synchro Open Viewer.

Synchro Workgroup Project er en database som gir alle deltakere tilgang til hoved fremdriftsplanen slik at alle får de nyeste prosjektdataene, samt det gir mulighet til å kommunisere med ulike aktører og planlegge i distanse. Dette gjør at endringer og misforståelser blir rettet opp raskt og enkelt.

Synchro Open Viewer er et gratis program for kun visning av fremdriftsplanen og 3D-modell. Programmet gir bare tilgang til plan og modell og ikke tilgang til endring. Alle UE får tilgang til denne hvis hovedentreprenører har kjøpt lisens. På denne måten kan f. eks. alle UE følge med fremdriften gratis, i motsetning til MS Project der man må ha lisens for tilgang. (Synchro Software, u.d.)

Synchro Site som er en applikasjon som kan brukes i nettbretter, og som gjør det enklere å rapportere status på aktiviteter, feil og avvik fra byggeplassen. Informasjonen synkroniseres automatisk til hoved fremdriftsplanen som er i Synchro Pro, og fra der kan man se status, gi tilbakemelding og analysere endringer. Denne applikasjonen er tilgjengelig hvis man har kjøpt Synchro Pro. Med denne tilleggs funksjonen slipper en å rapportere endringer eller avvik på papir og sparer verdifulle tid. (Synchro Software, u.d.)



Figur 22 Illustrasjon av Synchro Pro

Figur 22 illustrerer hvordan en fremdriftsplan i Synchro Pro kan se ut. På venstre side av brukergrensesnittet er selve planen, og på høyre side er det visning av planen i nettverksdiagrammer. Under disse er selve 3D-modellen som er koblet til fremdriftsplanen og synkronisert. Fremdriftsplan kan enten lages fra bunn i Synchro eller importeres fra andre programmer som MS Project. 3D-modell må importeres, og deretter kobles til hver eneste post i fremdriftsplanen med tilhørende element i 3D-modellen. Når 3D-modellen er linket med fremdriftsplanen er modellen usynlig. Når en bygningsdel eller element er usynlig i Synchro, betyr det at objektet foreløpig ikke er utført i forhold til planen.



# **Kapittel 4:**

## **RESULTATER**

- 4.1 INTERVJUOBJEKTENES BAKGRUNN
- 4.2 UTFORDRINGER I FREMDRIFTSPLANLEGGING
- 4.3 STYRKENE MED IP
- 4.4 UTFORDRINGENE MED IP
- 4.5 BRUKEN AV 4D-PLANLEGGING
- 4.6 STYRKENE MED 4D-PLANLEGGING
- 4.7 UTFORDRINGENE MED 4D-PLANLEGGING
- 4.8 UTFORDRINGENE VED IMPLEMENTERING AV 4D
- 4.9 KOMBINASJON AV 4D OG IP I VEIDEKKE

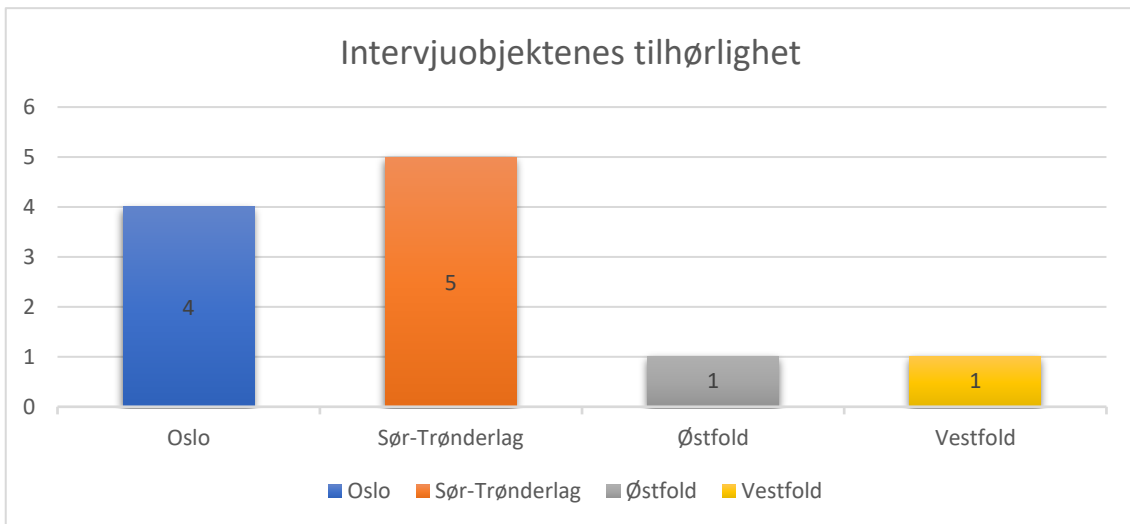
I dette kapittelet introduseres resultatene fra intervjuene som har blitt foretatt i forbindelse med oppgaven. Det er totalt 10 intervjuobjekter som har blitt intervjuet. Av disse er det 7 e-post intervjuer, og 3 personlige intervjuer. Resultatene presenteres som et sammendrag i en kronologisk rekkefølge på lik linje med intervjuguiden (Vedlegg A), og vil danne grunnlag for diskusjon og besvarelse på forskningsspørsmålene.

## 4.1 INTERVJUOBJEKTENES BAKGRUNN

Tabellen nedenfor gir en oversikt over alle intervjuobjektene bakgrunn. I forbindelse med anonymisering av intervjuobjektene, er det gitt kodenavn for hvert intervjuobjekt. Dette gjøres for å holde intervjuobjektene anonyme, og for ivareta betingelsene som har blitt avtalt i forbindelse med intervjuet. Bokstavene (E) og (P) står for e-post intervju og personlig intervju.

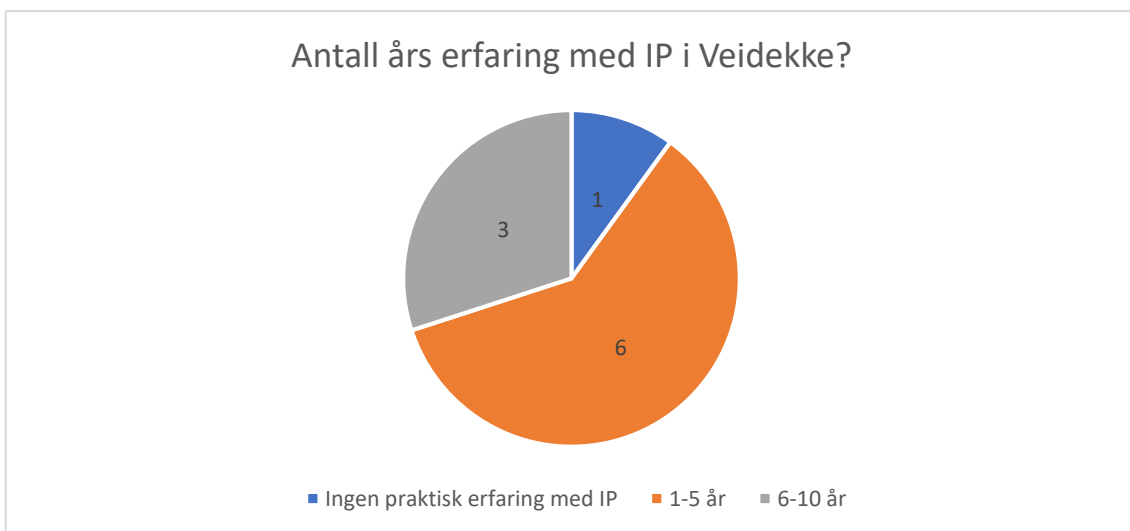
Tabell 7 Intervjuobjektene bakgrunn

Intervju -objekt	Utdanning	Nåværende stilling / antall år i Veidekke	Tidligere erfaringer
E1	Doktorgrad	Fagansvarlig Involverende planlegging / 9 år	Anleggsleder i Veidekke
E2	Doktorgrad	Fagansvarlig prosjekteringsledelse og BIM / 8 år	24 år i byggebransjen hos byggherre, entreprenør, og rådgiver
E3	Mester-utdanning	Tømmer bas og snart forman / 6år	Byggmester
E4	BIM-tekniker fagskolen	BIM-koordinator / 2 år	15 års variert håndverkerbakgrunn, fagbrev som snekker
E5	BIM-tekniker fagskolen	BIM-koordinator / 1 år	Svakstrøms montør
E6	BIM-tekniker fagskolen	BIM-koordinator / 1 år	Elektriker
E7	BIM-tekniker fagskolen	BIM-koordinator / 2 år	Tømrer
P1	BIM-tekniker fagskolen	Driftsleder	Tømrer i 4 år
P2	Mastergrad	Anleggslederassistent / 2 år	4 år i Reinertsen som prosjekt økonom
P3	Utdannet innen IT	Prosjektkoordinator - tilrettelegger involverende planlegging / 3 år	Reinertsen



Figur 23 Intervjuobjektene tilhørighet

Det har tatt sikte på å foreta intervjuer av personer med forskjellige tilhørigheter rundt om i landet. Bakgrunnen for dette er å få mest mulig varierende svar om oppgavens tema. Stolpediagrammet over viser en verdifordeling av intervjuobjektene tilhørighet. Utslaget viser at de fleste intervjuobjektene tilhører fylkeskommunen Sør-Trøndelag, og deretter Oslo, Østfold og Vestfold.



Figur 24 Intervjuobjektene erfaring med IP

Figur 23 viser at seks av ti intervjuobjekter har mellom 1 til 5 års erfaring med Involverende planlegging, tre personer har mellom 6 til 10 års erfaring, og en som ikke har praktisk erfaring med IP. Dette indikerer at de fleste intervjuobjektene fra Veidekke er godt kjent med selskapet arbeidsmetodikk, og vet hva dette innebærer.

## 4.2 UTFORDRINGENE I FREMDRIFTSPLANLEGGING

Innsamlet data fra empirien har pekt på flere årsaker som kan forklare en del utfordringer ved fremdriftsplanlegging. Disse årsakene har blitt omtalt av flere intervjuobjekter, og er som følgende:

- Uklarhet og misforståelse i fremdriftsplan
- Dårlig kommunikasjon og feil involvering av deltakere
- Mangel på avklaring mellom drift og prosjektering
- Kollisjon, endringer og kortsiktige planer
- Planleggingsverktøy og kompetansemangel
- Beslutninger som tas for sent

### UKLARHETER OG MISFORSTÅELSER I FREMDRIFTSPLAN

Misforståelser og uklarheter i fremdriftsplan ble utnevnt av flere intervjuobjekter som en av utfordringene i fremdriftsplanlegging. I følge intervjuobjekt P1 oppstår det en gang iblant at fagarbeidere ikke forstår fremdriftsplanen i bas- og lagsmøter, når byggeprosjektene blir for kompliserte. Han forklarer med at det har oppstått situasjoner, der fagarbeidere i etterkant av møter spør hvilke bygningsdeler eller aktivitet som skal bygges. Dette mener han er fordi mange av fagarbeidene snakker i et annet språk, og forstår kun engelsk. I de fleste tilfellene dette oppstod, var Gantt-diagram benyttet, ifølge intervjuobjekt P1. Han mener at Gant-diagrammer viser dårlig sammenhenger og avhengigheter når antall aktivitetsposter øker. Videre forklarer han at konsekvensen av uklarheter i fremdriftsplanen er at aktiviteter produseres feil, og at arbeid må gjøres på nytt. Vanskeligheter med å visualisere avhengigheter, og formidle dette til de utførende anses også som en utfordring for planleggere, ifølge intervjuobjekt E4.

### DÅRLIG KOMMUNIKASJON OG FEIL INVOLVERING AV DELTAKERE

Involvering av feil deltakere i fremdriftsplanlegging er en annen utfordring som blir tatt opp. Intervjuobjekter opplever at folk ikke forplikter seg til fremdriftsplanen, selv når de er med å planlegge. Mulige årsaker til dette mener de er fordi riktig person ikke er involvert i planleggingen.

Intervjuobjekt P2 forteller at personer som er med å planlegge i møter ofte ikke er selve personen som utfører arbeidet, men er mer en leder eller prosjektleder. Han forklarer videre med at hvis lederen ikke klarer å formidle beslutningene som er tatt, eller ikke klarer å kommunisere godt nok med de utførende, kan det resultere til at arbeider ikke gjøres som planlagt. Intervjuobjekt P1 mener at slike situasjoner i verste tilfelle kan føre til at ekstra bemanning fra andre aktiviteter benyttes til å ferdigstille, og går utover andre planlagte aktiviteter. Alle entreprenører i prosjekter har mye å lære i forhold til kommunikasjon rundt drift, mener intervjuobjekt E7.

### **MANGEL PÅ AVKLARING MELLOM DRIFT OG PROSJEKTERING**

Mangel på avklaringer mellom drift og prosjektering utpekes også som en medvirkende årsak til utfordrende fremdriftsplanlegging. For at produksjonsgruppen skal kunne klare å planlegge sin egen fremdrift, er de avhengig av at planer, tegninger og modeller fra prosjektering er ferdigstilt. Dette for at produksjonsgruppen skal klare å utarbeide planer, og utføre arbeid uten mangel og uklarheter. Intervjuobjekt E3 påpeker dette som en utfordring, og en av grunnene til at aktiviteter blir forsinket.

### **KOLLISJON, ENDRINGER OG KORTSIKTIGE PLANER**

Andre utfordringer som ofte kommer opp i fremdriftsplanlegging er kollisjoner og endringer i prosjektplan. Byggeprosessen er en dynamisk prosess der endringer stadig oppstår, og det gjør at planer ofte må endres. Flere intervjuobjekter mener at byggebransjen har en tendens til å tro at risikofulle handlinger lykkes, og at endring gjøres uten konsekvensanalyse. De forklarer med at en plan ikke bare må fokusere på langsiktige, men en kombinasjon av kortsiktig og langsiktig. I tillegg mener de at planer må endres etter hvilke forutsetninger til enhver tid, og konsekvensanalyser må utarbeides.

### **PLANLEGGINGSVERKTØY**

Når det kommer til planleggingsverktøy er det uklare meninger om det er en utfordring. Mange hevder at Excel og MS Project som uoversiktlige, og derav avhengigheter mellom aktiviteter vises dårlig. Men det utpekes ikke direkte som en utfordring der det påvirker kvaliteten til planlegging. Intervjuobjekt E1 mener at det ikke er verktøyet som er utfordringen, men personene som benytter verktøyet. Når en ikke har nok kunnskap til å planlegge vil ikke et verktøy rette disse problemene. Det nevnes videre at kunnskapsmangel, og dårlig intrigrering av riktig kompetanse i planleggingen som oftest er problemet i fremdriftsplanlegging, og ikke planleggingsverktøyet. Et godt verktøy kan kanskje gjøre plan mer oversiktlig, men gjør ikke en person bedre til å planlegge ifølge intervjuobjekt E1.

### **BESLUTNINGER TAS FOR SENT**

Beslutninger er også en utfordring ifølge intervjuobjekt E7. Både byggherrer, konsulenter og entreprenører har en tendens til å dra det til siste stund før beslutninger tas. Dette mener han kan påvirke fremdrift, og planlegging hvis andre skal ta en beslutning basert på en tidligere beslutning.

## 4.3 STYRKENE MED IP

Involverende planlegging blir fremstilt som en sterk metodikk som skaper involvering, forpliktelse og eierskap i fremdriftsplan av samtlige intervjuobjekter. Arbeidsdeling i tid og omvendt møtestruktur nevnes som drivere for metodikken. Intervjuobjekt E3 mener at muligheten til å planlegge sin egen hverdag, øker sjansen for at arbeid ferdigstilles i tide. Dette eksemplifiseres av intervjuobjekt P2:

*«Hvis en sier at han skal klare å gjøre jobben innen 10 dager, så kan han ikke i ettertid si at det ikke går. På den måten må de holde det de sier, og i den grad forplikter seg til planen.»*

Flere intervjuobjekter er enig om at Involverende planlegging bidrar til å lage en mer samspilt fremdriftsplan som bygger på sunne aktiviteter, løfter, og tverrfaglig forståelse. I den grad at man lettere kan forutse hindringer og farer før det inntreffer, samtidig det bygger sosiale relasjoner og tverrfaglige forståelse i fremdriftsplanleggingen. Det nevnes også at metodikken skaper mer flyt, og sørger for en mer optimal rekkefølge i produksjonen gjennom driftsmøter. Andre styrker som omtales er at man får evnen til å planlegge langt frem i tid samtidig som vi klarer å håndtere de kortsiktige endringene. Det blir en arbeidsdeling der de øverste lederne fokuserer på å fjerne hindringer langt frem i tid, slik at produksjonen er skjermet fra å måtte håndtere usikkerhet som forårsaker støy i produksjonen.

## 4.4 UTFORDRINGENE MED IP

### ULIKE TOLKNINGER AV METODIKKEN

Involverende planlegging er en arbeidsmetodikk som alle i Veidekke skal benytte, men ifølge intervjuobjekt P1 og E7 viser det seg til å være noe annet. De opplever at ikke alle benytter IP, og at mange har forskjellige tolkninger av arbeidsmetodikken. Dette forklarer de med at, ettersom det ikke finnes en fullgod «ABC-mal» av IP, blir ikke alle prosjekter gjennomført likt. De forklarer videre med at IP forutsetter at alle deltakere forstår og har samme tolkning av metodikken, og dersom dette utgår kan det føre til utfordringer rundt gjennomføringen.

### UTFORDRINGER RUNDT GJENNOMFØRING AV PROSJEKTENDRINGER NÅR UE ER INVOLVERT

Involverende planlegging er avhengig av at alle er involvert og dette blir uttalt som en utfordring med metodikken. De mener at alle involveres i planlegging av sin hverdag og i sin tidshorisont trekkes ut som et behov for en optimal planlegging av IP. Dersom noen i linjeledelsen eller fagarbeidere ikke vil være med å planlegge, blir det fort mangel på informasjon som kan føre til kollisjoner og uklarheter i fremdriftsplanen.

Intervjuobjekter hevder også at det er vanskelig å gjennomføre endringen som er besluttet på planleggingsmøter, derav årsaken ligger i deltakere i planleggingsmøter som ikke har nok myndighet til å gjøre endringer. Problemet er at de som er med å planlegge oftest er dyktige arbeidere som har mye kunnskap om utførelse, men som har lite myndighet til å

gjøre direkte endringer. Ifølge intervjuobjekt P2 har det oppstått situasjoner der det har vært behov for økt bemanning, og derav dette blir tatt opp med innleid bas fra UE. Basen fra UE har ikke myndighet til å bekrefte dette, og tar dermed dette opp med ledelsen i UE. Dersom basen ikke får samtykke til økt bemanning på grunn av diverse økonomiske grunner, blir denne informasjonen oftest glemt eller videre informert for sent. Konsekvensen han har fått er at basen kommer på byggeplass uten ekstra bemanning, og forsaker forsinkelser på prosjektet.

### **MANGLENDE TILLIT FRA LEDERE**

Empirien viser at ledere har en tendens til å tvile på andres evne til å utføre oppgaver, noe som fører til at de ikke tørr å gi ansvar eller stoler fult på sine egne kollegaer. I følge intervjuobjekt P3 skjer det ofte slik at ledere ikke stoler på personer som har fått utdelt en oppgave, og dermed retter for mye fokus på andres arbeidsoppgaver enn sine egne. Motsatte hendelser har også oppstått, der ledere gir ansvar uten å kontrollere om det faktisk gjennomføres og lykkes. Dette førte til flere problemer og mer arbeid i etterkant.

### **MANGLENDE FORPLIKTELSE**

Frister som ikke holdes, og manglende forpliktelse utpekes også som en utfordring i IP. I følge intervjuobjekt P2 er ikke alle er med å planlegge, og kan derfor føre til at noen ikke forplikter seg til planen. Det forklares med at basen representerer fagarbeidere i møter, og hvis kommunikasjonen mellom dem er dårlig, kan det føre til at noen ikke forplikter seg i like stor grad. Videre hvis en eller flere ikke forplikter seg, kan det gi en dårlig påvirkning for alle andre som følger planen. Dersom denne dårlige trenden smitter seg over til flere, vil det kunne resultere tilslutt at ingen følger planen, ifølge intervjuobjekt P2. Et annet problem som også nevnes er at møtene mister riktig horisont, og får ikke frem viktige detaljer til produksjonen.

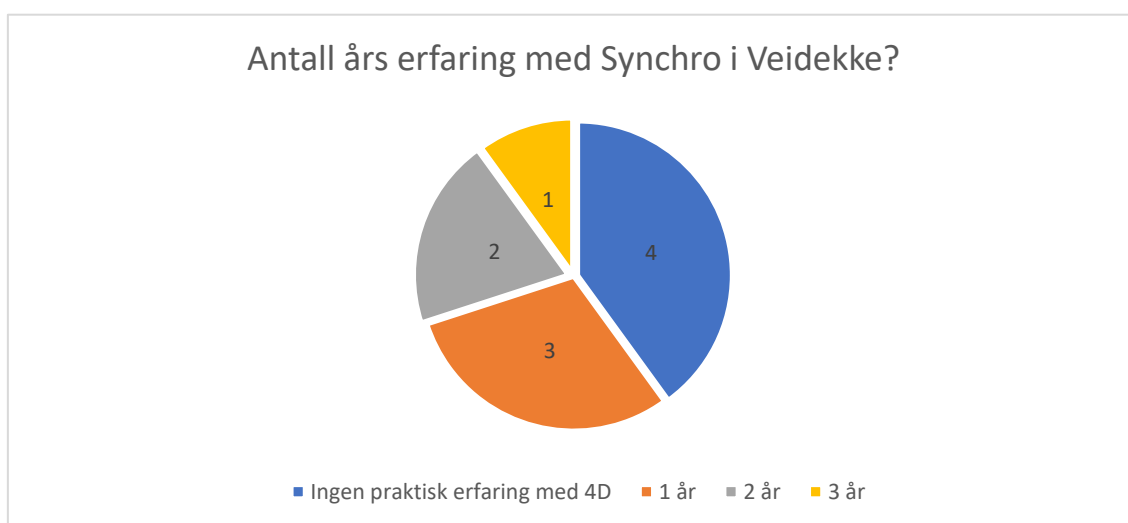
### **DÅRLIG FREMSTILLING AV AVHENGIGHETER**

Flere intervjuobjekter oppfatter planene som lite optimale der avhengigheter mellom aktiviteter vises dårlig, samt at planene samhandles i for dårlig grad. I følge intervjuobjekt E3 blir ukeplaner satt for å sikre gode akkorder, ikke viktige milepæler i faseplan, eller avhengigheter. Forslag fra flere intervjuobjekter er å benytte 4D-modeller som visualiserer avhengigheter, og elementer bedre i et prosjekt.

### **OPPSAMLING AV DÅRLIGE VANER**

Intervjuobjekt P3 mener at folk har tendens til å bli avhengig av at arbeid er planlagt og ordnet. Hvis dette plutselig utgår, eller at de ikke får den samme grad av behandling, kan IP plutselig virke mot sin hensikt. Folket blir misfornøyd, forsterker problemet, skaper dårlig stemning og det blir dårlig drift. Dette oppstår fordi de har fått en dårlig vane av å få arbeid planlagt og ordnet hele tiden, ifølge intervjuobjekt P3.

## 4.5 BRUKEN AV 4D-PLANLEGGING



Figur 25 Intervjuobjektene erfaring med Synchro

Av alle intervjuobjektene som hadde praktisk erfaring med 4D-planlegging, ble programmet Synchro Professional brukt til fremdriftsplanlegging i Veidekke. De fleste ansatte som hadde erfaring med dette programmet ble kontaktet, og figur 25 viser deres erfaring med Synchro. Fra figuren kan man se at bruken av 4D-planlegging fortsatt er nytt i selskapet, ettersom de fleste relativt hadde kort erfaring med programmet. Ifølge intervjuobjekt P1 startet prøveprosessen av å ta i bruk 4D for noen år tilbake, og derfor er det ikke så mange som har lang erfaring med 4D-planlegging. Intervjuobjekt P1 anerkjenner seg selv også som en av Veidekke som har mest kjennskap til Synchro, og har bare kun 3 års erfaring.

Ettersom 4D-planlegging fortsatt er nytt, brukes derfor 4D-verktøyet litt forskjellig fra prosjekt til prosjekt. De fleste bruker 4D-verktøyet til å visualisere fremdrift i byggeprosjekt, koordinere rigg på byggeplass, og til å forutse farer og utfordringer i byggeprosessen. Hvor stor grad en 4D-modellen brukes varierer veldig fra størrelsen på prosjektet, og kunnskapen man har for å utnytte det fullt.

Fra innsamlet data ser det ut som 4D-modell blir mest brukt i startfasen og råbyggsfasen. F. eks. til visualisering av utgravingen, riggplassen og råbygget. Utover dette blir 4D-modellen mer brukt som en tradisjonell Gantt-diagram for å koordinere arbeid og aktiviteter. Samtidig blir 4D-modeller også brukt i møttestrukturen i IP, der ulike deler av bygg og aktiviteter blir visualisert. Ifølge flere intervjuobjekter ser de veldig positivt til å bruke 4D-modeller i lags-, bas- og driftsmøter.



## 4.6 STYRKENE MED 4D-PLANLEGGING

I forbindelse med oppgaven ble det undersøkt styrker i 4D-planlegging gjennom litteraturstudium. Utvalgte styrker om 4D ble stilt i intervjuguiden for å bekrefte disse påstandene. Resultatene fra disse er presentert nedenfor:

### 4D-PLANLEGGING BIDRAR TIL BEDRE PROSJEKTPLANLEGGING?

Alle intervjuobjektene er enig om at 4D-planlegging bidrar til en bedre prosjektplanlegging, og mer involvering. De mener at 4D-modeller bidrar til bedre forutsetninger i byggeprosjekt gjennom visualisering av byggets omfang, aktiviteter, avhengigheter, farer og hindringer. I tillegg mener de at det gir et godt visuelt inntrykk av planen som får flere til å forstå hva som faktisk er planlagt, og på bakgrunn av dette ha mer grunnlag for å få prosjektdeltakere involvert.

Intervjuobjekt P1 som har mest kjennskap til Synchro, mener at visualisering er optimalt. Han mener at visualisering gir muligheter til å se aktiviteter frem i tid, se visuelt hvor man skal jobbe, og planlegge utstyr som trengs til aktivitetene. Han argumenterer med at det er mye som kan ses i 4D-modeller, som ikke er mulig å se i Gantt-diagrammer. F. eks. nevnes det at det er lettere å se planlegging av stillas i 4D, enn i et Gantt-diagram. I tillegg poengteres det at visualisering gir bedre forståelse for alle prosjektdeltakere. Intervjuobjekt P1 eksemplifiserer dette poenget, og forteller at han har opplevd flere ganger på møter der han spør om aktiviteter er ferdigstilt. Svaret han får er ja, men når 4D-modellen vise og utpekes, så viser det seg at bare 80% er ferdigstilt.

### 4D-PLANLEGGING BIDRAR TIL STØRRE FORSTÅELSE AV AVHENGIGHETENE MELLOM ARBEIDSOPPGAVENE?

Alle intervjuobjektene er enig om at 4D-planleggig bidrar til økt forståelse av avhengigheter mellom arbeidsoppgavene. Ifølge intervjuobjekt E6 bidrar visualiseringen til bedre forståelse av hvordan aktiviteter i byggeprosessen produseres, og i hvilken rekkefølge. Dette mener han bidrar til å forutse faremomenter, og utføre arbeidet på en sikker og god måte.

Intervjuobjekt P2 mener at et av problemene med fremdriftsplan er at ikke alle skjønner eller orker å sette seg inn i planen. Han mener at en visuell fremstilling vil hjelpe prosjektinvolverte å se utviklingen i en byggeprosess, og lettere kunne skjønne avhengigheter mellom fag og aktiviteter. Ifølge intervjuobjekt P1 er det en ekstra programvare som heter Synchro Work Group, der den gir alle involverte prosjektdeltakere tilgang til 4D-planen. Fra denne kan alle involverte når som helst se aktiviteter og arbeidsoppgaver visuelt gjennom 4D-modellen knyttet til fremdriftsplanen. Dette mener han skaper bedre forståelse blant de involverte. Intervjuobjekt E7 har også samme formening om dette. Han mener at 4D-modeller er optimal, dersom man har mindre aktører som er med i prosjektet over en kort periode. Han argumenter med at visualisering bidrar til mindre tvil om hvilke bygningsdeler det er snakk om i fremdriftsmøter, og at aktører som ikke er med i prosjektet hele veien kommer seg lettere inn i fremdriftsplanen.

#### **4D-PLANLEGGING BIDRAR TIL MINDRE AKTIVITETSKOLLISJONER OG BYGGEKONFLIKTER?**

Intervjuobjektene er enige om at 4D-planlegging bidrar til mindre aktivitetsskollisjoner. De mener at visuelle effekten fra 4D gjør det mulig å kollisjonkontrollere aktiviteter. Spesielt i byggefaser hvor det er store bygningselementer som skal inn. Samtidig mener Intervjuobjekt E1 at det er lettere å avklare flere aktivitetsskollisjoner med 4D-planlegging sammenlignet med Gantt-diagram. Dette fordi man lettere kan se sammenhenger og avhengigheter i en 4D-modell.

Hvor lett man oppdager aktivitetsskollisjoner er avhengig av hvor detaljert 4D-modellen er, ifølge intervjuobjekt P1. Hvis man klarer å lage en god nok 4D-modell, vil den klare å løse mange av aktivitetsskollisjonene som kan oppstå ved å bare bruke MS Project. Det er delte meninger om 4D bidrar til mindre byggekollisjoner. 9 av 10 intervjuobjekter er enig, og en som er uenig. Intervjuobjekt E1 mener at byggekollisjoner oftest handler om byggekontrakter og beslutninger, og at bedre planlegging ikke reduserer problemet.

#### **4D-PLANLEGGING BIDRAR TIL BEDRE KOORDINERING OG PROSJEKTPLANLEGGING SOM KAN FØRE TIL BEDRE SIKKERHET PÅ BYGGEPLASSEN?**

Alle intervjuobjektene er enig om at 4D-planlegging bidrar til bedre sikkerhet på byggeplassen. Flere intervjuobjekter knytter dette spesielt til riggplanlegging. De påstår med at 4D bidrar til å oppdage potensielle farer og HMS utfordringer på byggeplassen. F. eks. mener de at det gir bedre forutsigelse til å se visuelt hvor utstyr og lager skal være, og mulighet til å visualisere sikkerhets- og faresoner.

Intervjuobjekt P1 mener at visualisering av riggplassen gjør det er lettere å forstå hvor det er trygt å være på byggeplassen, og hvor det ikke er trygt å være. Det skaper altså mulighet til å visualisere sikkerhetssoner, og faresoner på byggeplassen. Et eksempel på dette som nevnes er at fagarbeidere gjennom en video, ser at de ikke skal være et område der det foregår montering av prefabrikkerte elementer. I tillegg argumenterer intervjuobjekt P1 med at visualisering gir fagarbeidere en gjenskap av byggeplassen før selve produksjonen, når de har sett byggeplassen visuelt en gang før gjennom en video.

Videre mener intervjuobjekt P2 med at 4D-modeller bidrar til å gjøre miljøplanlegging enklere, ved å kunne se visuelt hvor det er pågående aktiviteter på byggeplassen. På denne måten best mulig tilrettelegge avfallshåndtering der det er mest behov for dette. Samtidig argumenterer han at 4D-modeller gjør det lettere å forutse hvor det er mest hensiktsmessig å plassere riggen. F. eks. kan man gjennom visualisering av naboaktivitetene se hvor det er mest optimal å plassere den nye riggen i forhold til pågående aktiviteter.

#### **4D-PLANLEGGING BIDRAR TIL BEDRE KOORDINERING OG PROSJEKTPLANLEGGING SOM KAN GI ØKONOMISKE BESPARELSER?**

Alle intervjuobjektene er enig med 4D-planlegging bidra til økonomiske besparelser i byggeprosjekter. De fleste mener at en god planlagt fremdrift absolutt kan gi økonomiske besparelser, og dersom det klares å utnytte 4D-modellen godt nok. Intervjuobjekt P2 mener at det er mulig å oppnå økonomiske besparelser ved hjelp av 4D planlegging. Han argumenterer med at disse besparelsene er mulige dersom man klarer å visualisere arbeidsoppgaver i en korrekt rekkefølge og derav gi informasjon til alle prosjektinvolverte. Han mener videre at dette reduserer uproduktiv tid og urasjonell drift i produksjonen.

Intervjuobjekt P1 trekker frem en programvare som heter Synchro Site som et verktøy som gjør at tidsbruken på rapportering og oppfølging reduseres på byggeplass. Dette fordi fagarbeidere lettere kan rapportere status på aktiviteter, feil og avvik gjennom en applikasjon fra et nettbrett, derav dette synkroniseres automatisk. Med tanke på at alt som rapporteres synkroniseres automatisk i systemet slipper ledelsen å gjøre dette selv, og på den måten spares det tid. I tillegg blir feil og avvik lettere oppdaget på byggeplassen, derav feil kan rettes opp tidligere.

### **4.7 UTFORDRINGENE MED 4D-PLANLEGGING**

#### **MANGLENDE TEKNISK KOMPETANSE**

En av utfordringene man møter ved bruk av 4D-planlegging er den manglende tekniske kompetansen blant potensielle brukere. Ifølge flere intervjuobjekter er Synchro relativt nytt i selskapet, og det er mange som ikke har behersket programmet godt nok til å kunne benytte det produktivt. Intervjuobjekt P1 som har mest erfaring med Synchro i Veidekke (3 års erfaring) poengterer dette, og sier selv at han bare kan 10% av programmet.

Intervjuobjekt P2 har samme oppfatning som intervjuobjekt P1 og forklarer med at det kan være vanskelig å få alle prosjektinvolverte å delta i startfasen av planleggingen, ettersom det er få som er kjent med programvaren. I tillegg opplever han at det få UE som bruker fremdriftsplanen i Synchro. Årsaken mener han kan være manglende kunnskap om programvaren, og at det teknologiske spranget hadde vært mindre ved bruk av fremdriftsplanlegging i Excel. Den manglende tekniske kompetansen i Synchro gjør at vedlikehold av 4D-planen fort blir en spesialist jobb, mener intervjuobjekt E4. Han mener at slike arbeidsoppgaver tilhører personer som planlegger, og ikke f. eks. BIM-teknikere. Samtidig nevnes behov for kraftigere maskin som en utfordring og svakhet med Synchro. I tillegg trekker intervjuobjekt E3 med at 4D-modeller i dag er altfor dårlig bygd opp til at de kan brukes til detaljplanlegging.

#### **TIDKREVENDE**

Det lange tidsforbruket på å utarbeide og vedlikeholde 4D-planen blir nevnt som en utfordring. Flere intervjuobjekter opplever at store deler av tiden går bort på grunn av behov for oppdatering og vedlikehold av 4D-planen, og noen ser heller ikke nytten av å lage detaljerte planer. Intervjuobjekt P2 forklarer med at han har opplevd situasjoner der

han planlegger arbeidsoppgaver langt frem i tid, men at disse oppgavene ikke blir utført som planlagt, fordi basene ønsker å gjøre ting på andre måter når det nærmer seg. Han mener derfor det er lite nytte av å planlegge detaljert langsiktig når planlagte arbeidsoppgaver mest sannsynlig endres over tid. Unntaket på dette er hvis det er viktige detaljer, eller avklaringer som fagarbeidere må vite på forhånd.

I tillegg mener han at det er veldig tidskrevende å oppdatere både planen og modellen hver uke, når små detaljer forandres fortløpende hele tiden. Han forklarer derfor med at han deler soner med fargekoder istedenfor å simulere objekter visuelt. Aktivitetsrekkefølger blir ikke like detaljert på plan, men illustrer bedre hvilke fag eller aktivitet som kommer inn. En sone kan være et definert fag som f. eks. tømmer, eller en aktivitet som f. eks. ventilasjonsarbeid.

#### **UTYDELIG VISUALISERING AV BYGNINGSKOMPONENTER OG AVHENGIGHETER VED SMÅ ENHETER**

Ifølge intervjuobjekt P1 og P2 er det vanskelig å visualisere og se detaljer når enheter blir for små. Intervjuobjekt P2 trekker små boligprosjekter som veldig utfordrende. Han forklarer at små enheter gjør det vanskelig å visualisere de forskjellige aktivitetene som foregår, fordi enhetene legges for tett inntil hverandre, og fag produserer tett og delvis overlappende i en liten skala. F. eks. er det vanskelig å se visuelt når kjøkkenet skal monteres når ytterveggene er på plass. Han mener at dette er en av grunnene til at han ikke bruker 4D-modellen etter råbyggfasen, dette fordi Synchro viser dårlige detaljer i små skala. Han forklarer videre med at han bruker Solibri til å vise detaljer istedenfor Synchro, fordi Solibri er bedre når det kommer til detaljvisning.

Intervjuobjekt P1 poengterer samtidig med at Synchro er et bra verktøy for å visualisere aktivitetens rekkefølge og avhengigheter, men at kvaliteten på disse avhenger detaljeringsgraden på modellen. Dersom man benytter soner istedenfor visuelle elementer, blir avhengigheter og rekkefølge mindre synlig.

#### **UFULLSTENDIGE PLAN OG 4D-MODELLER**

Flere intervjuobjekter nevner ufullstendige plan og 4D-modeller som et problem i 4D-planlegging. De mener at plan og modeller ofte kommer til produksjon ufullstendig og med mangler. Ifølge intervjuobjekt P2 skaper det utfordringer under produksjonen, fordi det må settes av ekstra tid til å ferdigstille plan og modeller parallelt med produksjonen.

Intervjuobjekt P2 forklarer videre med at ufullstendige Synchro modeller gjør visualiseringen ekstra tungvidt, fordi bygningselementer fra 3D-modellen som ikke er koblet til en aktivitetspost, blir synlig på modellen selv om det ikke er utført. Han mener at dette skaper forvirringer og mer arbeid for planleggere. Intervjuobjekt P3 mener at 4D-modellen må utarbeides sammen med folk fra produksjonen for å redusere sjansen for feil og avvik.

#### **KOSTNADSKREVENDE VED IMPLEMENTERING AV 4D-VERKTØY**

Samtlige intervjuobjekter trekker også økonomisk kostnad som en ulempe ved 4D-planlegging, ettersom det kreves mer avanserte datamaskiner og utstyr.

## 4.8 UTFORDRINGENE VED IMPLEMENTERING AV 4D

### KOMPETANSEBEHOV

Flere intervjuobjekter påpeker økning av teknisk kompetanse i Synchro som den største utfordringen ved implementering av 4D-planlegging. De mener at få har kompetansen til å lage og vedlikeholde en Synchro-plan, og at dette må utbedres for at planlegging med Synchro blir optimalt. Med dette mener de at hver enkelt prosjektinvolvert skal kunne forstå, og klare gjøre endringer på en Synchro-plan. I tillegg mener intervjuobjekt P1 at generell modell- og planleggingskompetanse er nødvendig for å kunne planlegge på det nivået som kreves i Synchro.

### INTERESSE OG ENGASJEMENT

Den andre utfordringen er å øke interesse og engasjement slik at flere benytter Synchro til prosjektplanlegging. Intervjuobjekt P1 og P2 forklarer med at mange eldre ansatte i Veidekke som sliter med overganger til nye teknologier, og at flere er motvillige til å prøve nye verktøy. Dette mener de kan være utfordring med tanke på implementering av 4D-planlegging.

Intervjuobjekt E1 understreker at nytten av 4D-verktøy må vises frem for at flere skal benytte Synchro. Han forklarer med at alle i Veidekke har muligheten til å benytte Synchro på sine prosjekter, men at dette ikke brukes i stort nok skala, fordi folk ikke har sett nytten med verktøyet ennå. Han mener derfor at det kreves noen gode resultater fra pilotprosjekter som kan vise til et bedre resultat, og bringe dette til alle i organisasjonen, og motivere flere til å benytte det samme.

## 4.9 KOMBINASJONEN AV 4D OG IP I VEIDEKKE

Kombinasjon av IP og 4D blir ansett som fremtiden ifølge intervjuobjekt P1. Samtlige intervjuobjekter mener at den visuelle effekten bidrar til å gjøre planlegging mer oversiktlig og tydelig. De fremstår kombinasjonen som en måte å gjøre det lettere å vise avhengigheter, farer og kollisjoner i en arbeidsrekkefølge. I tillegg mener de at visualisering gjør det tryggere på at alle deltagere er med og forstår oppgaven.

# Kapittel 5:

## DISKUSJON

- 5.1 **Forskningsspørsmål 1:** Hvilke styrker og utfordringer har IP og 4D-planlegging
  - 5.1.1 De potensielle styrkene med IP
  - 5.1.2 Utfordringene med IP
  - 5.1.3 De potensielle styrkene med 4D-planlegging
  - 5.1.4 Utfordringene med 4D-planlegging
- 5.2 **Forskningsspørsmål 2:** Hvilke fordeler oppnås innenfor IP ved bruk av 4D-planlegging?
  - 5.2.1 Visualisering
- 5.3 **Forskningsspørsmål 3:** Hvordan kan 4D-planlegging implementeres i Veidekkes byggeprosjekter, og derav utfordringene reduseres?
  - 5.3.1 Tydeliggjøre behov, hensikt, mål og informasjon
  - 5.3.2 Øke involvering og samarbeid
  - 5.3.3 Tilrettelegge god oppfølging og riktige ressurser

*Undersøkt teori og innsamlet resultat blir i dette kapitlet sammenlignet og diskutert for å besvare forskningsspørsmålene. Denne analysen vil gi grunnlaget for å trekke endelige konklusjoner om problemstillingen; «Hvordan kan Involverende planlegging i Veidekke optimaliseres ved bruk av 4D-verktøy?». Det må bemerkes at diskusjonen er basert på resultatene som er innhentet. Med tanke på at det er kun gjennomført 10 intervjuer på grunn av tidsbegrensninger, kan dermed resultatene diskutert i dette kapitlet være personavhengig, og ikke representativt for hele selskapet. Kapitlet struktureres etter rapportens tre forskningsspørsmål, med tilhørende underkapitler for hvert spørsmål.*

## 5.1 FORSKNINGSSPØRSMÅL 1

I dette kapitlet diskuteres oppgavens første forskningsspørsmål: «Hvilke styrker og utfordringer har IP og 4D-planlegging?» Følgende diskusjoner under er basert på funnet teori, innsamlet empiri og egne tolkninger.

### 5.1.1 DE POTENSIELLE STYRKENE MED IP

Teorien omtaler Involverende planlegging som en metodikk som balanserer mellom struktur og kultur. Med dette menes det at metodikken fokuserer på en samspilt planlegging som utarbeides i fellesskap med høy kvalitet, og derav alle prosjektinvolverte forplikter seg og føler eierskap til fremdriftsplanen. Samtidig omtales IP som en metodikk som reduserer hindringer og farer systematisk, slik at sunne og sikre aktiviteter kommer til utførelse. Disse styrkene fra undersøkt teori samsvarer overens med uttalelsene fra resultatene.

Samtlige intervjuobjekter fremstiller IP som en sentral del av hverdagen sin, og mener at metodikken bidrar til mer samspilt planlegging som skaper bedre kommunikasjon mellom ledere og fagarbeidere, samt at det bidrar til økt forpliktelse og eierskap til planen. Dette mener de er fordi flere får muligheten til å planlegge sin egen hverdag, og dermed øker sannsynligheten for at planlagte arbeider ferdigstilles i tide. I tillegg nevnes IP også som en styrke som gjør det lettere å forutsigelse hindringer og farer gjennom strukturelle møter, og derav kvalitet og optimal rekkefølge i produksjonen blir sikret.

IP blir også hevdet fra resultatene som en optimal metodikk som gjør det lettere å planlegge langsiktige og kortsiktige planer. Dette stemmer overens med teorien om arbeidsdeling i tid. Arbeidsdeling i tid innebærer at planleggingsansvaret fordeles mellom ulike ledelsesnivåer med hovedfokus på ulike tidsperioder fremover i tid. Det betyr at ledere høyt i hierarkiet planlegger langt frem i tid, mens andre ledere lavere i hierarkiet planlegger og løser problemer nærmere inn mot produksjonen.

## 5.1.2 UTFORDRINGENE MED IP

Ut ifra funnene fra resultatene er IP preget av flere utfordringer som gjør at metodikken ikke kan gjennomføres optimalt. Disse utfordringene er blant annet; ulike tolkninger av IP, mangel på forpliktelse blant fagarbeidere, vanskeligheter med å involvere riktige deltakere med nok myndighet, manglende tillit fra ledere og dårlige planfremstillinger av aktivitetsavhengigheter. Årsakene til disse utfordringene kan tolkes i sammenheng som en blanding av dårlig formulering av IPs betydning, svekket kommunikasjon, feil involvering, mangel på oppfølging fra selskapets side og lite optimalt planleggingsverktøy.

Resultatene viser at mange Veidekke ansatte har en tendens til å tolke IP ulikt, og dette tyder på mulige uklarheter rundt metodikkens definisjon og betydning. Intervjuobjektene som uttalte disse påstandene mener at årsaken kan ligge bak mangelen på en fullgod mal av IP. Undersøkt teori viser at det finnes en veiledning om IP, og at denne skal være kjent for alle Veidekke ansatte (Veidekke ASA, 2015). Forklaringen på dette kan være at veiledningen ikke er tydelig nok på definisjonen av IP, eller at metodikken er dårlig formulert muntlig ved prosjektstart. En sammenligning med teorien og tilfellet med ulike tolkninger av IP, viser at det noen likhetstrekker med utfallet av uklare prosjektdefineringer. Ifølge Bråten et al., (2015) kan utydelige mål og dårlige formuleringer av informasjon føre til splittelse av enighet, og føre til at arbeid utføres i ulike retninger. Utslaget av ulike tolkninger av IP kan dermed tolkes som et resultat av dette, sammen med en uklar veiledning. Involverende planlegging er svært avhengig av samspill og samarbeid, og dersom det er uenigheter om metodikkens betydning kan det skape forvirringer og utfordringer rundt gjennomføringer. På bakgrunn av dette kan det være behov for bedre tydeliggjøring av IPs definisjon, og en revidering av veiledningen, slik at alle forstår og er klar over hva dette innebærer.

Intervjuobjekter hevdet at det er utfordringer rundt gjennomføring av prosjektendringer når UE er involvert. Årsaken til dette ligger på UE-representantene som ikke har nok myndighet til å gjøre endringer, og derav endringer ikke samtykkes av ledelsen fra UE. Eksempelvis kan det være behov for økt bemanning fra UE, og dette tas opp i basemøter. Ettersom basen ikke har myndighet til å foreta bekreftelse på møter, må saken tas opp videre med ledelsen i UE. Dersom ledelsen ikke samtykker dette, må denne informasjonen videreinformeres til hovedentreprenør og andre involverte aktører. Det at avgjørelser må tas opp gjennom flere ledd i UE er tidskrevende, og ineffektivt. I tillegg har intervjuobjekter opplevd at informasjon fra UE til hovedentreprenør blir glemt eller informert for sent. Konsekvensene av dette er forsinkelser i produksjonen. Dette viser tegn på behov for utbedringer rundt kommunikasjon og oppfølging mellom hovedentreprenør og UE. Prosjektinvolverte i planleggingsmøter må enten ha nok myndighet fra start, der endringsbehov kan bekreftes umiddelbart, eller må det utarbeides bedre tiltak av oppfølging av UE.



Uttalelsene rundt manglende forpliktelse blant fagarbeidere kan ses i sammenheng av dårlig kommunikasjon mellom bas og fagarbeidere. Dette fordi basen representerer fagarbeiderne i planleggingsmøter, og dersom det er dårlig kommunikasjon mellom basen og fagarbeiderne kan derfor skape uenigheter og utfordringer i produksjonen. Det må derfor sikres at alle fagarbeidere er enige før eventuelle informasjon fra bas formidles videre til planleggingsmøter.

Resultatene viser at ledere har lite tillit og er tvilsomme når det kommer til utdeling av arbeidsoppgaver og ansvar til andre. Årsaken til dette kan være fordi ledere ikke har tillit til medarbeideres gjennomføringsevne, og dermed trekker seg tilbake. IP bygger på blant annet arbeidsdeling i tid, som innebærer at planleggingsansvaret fordeles mellom ulike ledelsesnivåer med hovedfokus på ulike tidsperioder fremover i tid. Dersom en leder ikke har nok tillit for andre, kan konsekvensen være at fokuset til lederen rettes for mye på andres ansvarsområder enn sine egne, og dette går imot hensikten med arbeidsdeling i tid. For en optimal arbeidsdeling i tid er det dermed behov for tillit mellom ledere og andre medarbeidere, samt at arbeidsoppgaver følges opp for å sikre kvalitet og fremdrift.

Lappeteknikk i IP indikeres som en svakhet fra teorien, og grunnen til dette er fordi avhengigheter fra planlagte aktiviteter ikke visualiseres godt nok i sammenheng. Dette samsvarer med uttalelsene fra intervjuobjektene. De mener planene fokuseres for mye på å sikre gode akkorder, og ikke på viktige milepæler eller på aktiviteters avhengigheter. Dette er et problem som kan utbedres ved bruk av 4D-verktøy. Gjennom visualisering av planlagte aktiviteter er det lettere å se avvik, feil og uklarheter. Dette forslaget er også nevnt fra samtlige intervjuobjekter. Videre viser alle utfordringer med IP at selv en moden metodikk som IP, også har forbedringspotensial rundt gjennomføringer.

### 5.1.3 DE POTENSIELLE STYRKENE MED 4D-PLANLEGGING

Potensielle styrker med 4D-planlegging ble på forhånd undersøkt, og utvalgte styrker med 4D-planlegging ble stilt på intervju for å bekrefte. Resultatet viser at disse samsvarer godt med teorien, og de viktigste funne er diskutert under.

O'Brien et al., (2012) trekker frem 4D-planlegging som et potensielt verktøy som kan bidra til at feil, avvik og kollisjoner lettere blir indentifisert i en tidligere byggefase. Dette samsvarer godt med resultatene. 4D-modeller skaper muligheter for prosjektgrupper å vurdere og evaluere planlagte aktivitetsoperasjoner visuelt i sanntidsinteraksjoner, og derav endringer og feil lettere kan indentifiseres. Dette er fordi visuelle fremstillinger viser tid, plassering, rekkefølge, og avhengigheter mellom fag og aktiviteter mer oversiktlig, og på bakgrunn av dette gjør avdekking av feil lettere. Eksempelvis kan det f. eks. være to aktiviteter som starter samtidig på samme sted, eller at rekkefølge på betongstøpen er feil. I slike tilfeller som dette kan det være vanskelig å oppdage med Ganttdiagrammer, men med 4D-planlegging vil det kunne være lettere å oppdage lignende feil ved at aktivitetene vises bedre visuelt.

Resultatene fra intervjuene uttaler 4D-planlegging som optimalt, ettersom visualisering av fremdriftsplan bidrar til økt forståelse av byggeprosessen. Teori fra Eastman et al., (2011) støtter om dette. Grunnen til dette er fordi 4D-modeller visualiserer både det tidsmessige og det plassmessige aspektet av en fremdriftsplan, noe som øker forståelsen til prosjektinvolverte. Samtlige intervjuobjekter trekker frem dette som en stor fordel. De mener at flere prosjektinvolverte og fagarbeidere får økt forståelse av prosjektplaner, når 4D-modeller brukes i sammenheng med møter. Et eksempel som ble nevnt i resultatene, er at når en leder spør om en fagarbeider er ferdig med en aktivitet, sier fagarbeideren ja. Men når 4D-modellen vises frem, og følgende aktivitet pekes ut, er svaret 80% ferdigstilt. Dette viser at fagarbeidere kan ha en tendens til å misforstå under kommunikasjon, ettersom fagarbeidere ofte har en annen bakgrunn og snakker i et annet språk enn norsk. Dette indikerer at 4D-plan gir bedre forståelse blant fagarbeidere, og en driver i kommunikasjon mellom ledere og fagarbeidere.

Teori fra blant annet Eastman et al., (2011) og Khatib et al., (2007) beskriver 4D som et verktøy som kan bidra til bedre planlegging og koordinering, derav sikkerheten på byggeplassen lettere blir tilrettelagt. Uttalelsene fra intervjuobjektene samsvarer med dette. F. eks. er lettere å se planlegging av stillas i 4D, i motsetning til Gantt-diagram. Samtlige intervjuobjekter trekker frem 4D-planlegging som en fordel spesielt ved koordinering av riggplan. Ifølge intervjuobjektene blir 4D-planen brukt til å oppdage potensielle farer og HMS utfordringer på byggeplassen, ved hjelp av visualisering av stedet. F. eks. er det lettere å se visuelt at fagarbeidere ikke skal befinne seg et område der det foregår montering av prefabrikkerte elementer, i motsetning til en tradisjonelt Gantt-diagram. Dermed er det lettere å planlegge og koordinere aktiviteter som ivaretar sikker på byggeplassen. Resultatene viser også at 4D-planlegging kan gi en positiv effekt på miljøplanlegging, ettersom koordineringen blir bedre. Ved å se visuelt hvor det kan foregå

mest aktiviteter på byggeplassen, kan det lettere tilrettelegge avfalsbehandling der det er mest behov.

Teori fra Allen & Smallwood, (2008) og Mubarak, (2015) viser at 4D-planlegging bidrar til kostand- og tidsbesparelse i et byggeprosjekt. Innhentet resultat tyder på at dette stemmer. Samtlige intervjuobjekter mener at et optimalt bruk av 4D-verktøy kan bidra til tids- og kostnadsbesparelse, ved at uproduktiv tid og urasjonell drift reduseres i produksjon. Men ettersom bruken av 4D-verktøy i Veidekke fortsatt er nytt, er det ikke mulig å tallfeste tids- og kostnadsbesparelsene. Påstanden om tids- og kostnadsbesparelse er dermed en antagelse ut fra erfaringer intervjuobjektene har hatt hittil.

Teorien viser flere potensielle styrker med 4D-planlegging som blant annet mer detaljert planlegging i tidligfase, bedre kommunikasjon, og samt bedre integrering og kontrollering av kostnadsestimering. Disse styrkene er ikke nevnt i resultatene, og grunnen til dette kan være av to årsaker. På den ene siden er 4D-planlegging fortsatt nytt i selskapet, og brukere har dermed ikke fått nok tid til å beherske Synchron godt nok til å kunne benytte det produktivt. Resultatene om bruken av 4D-planlegging viser at de fleste intervjuobjektene bare har mellom 1-3 års erfaring med Synchron. I tillegg sier intervjuobjektet som har mest erfaring med Synchron i Veidekke at han selv bare kan 10% av programmet. Dette viser hvor lite kunnskap brukere har med 4D-verktøyet i selskapet.

På den andre siden viser resultatet at 4D-planlegging kun benyttes i startfasen, som f.eks. råbygg- og utgravingsfasen. Dette viser at 4D-planlegging ikke blir benyttet i full skala i prosjektene, og dermed reduseres sannsynligheten for å oppdage de potensielle fordelene med det. Grunnen til dette kan være at tilgjengelige ressurser for å lære seg programmet ikke er tilstede, og dermed ikke klart å bruke det produktivt nok til å kunne se alle fordelene med 4D-planlegging.

#### 5.1.4 UTFORDRINGENE MED 4D-PLANLEGGING

Et stort flertall av intervjuobjektene mente at den største utfordringen med 4D-planlegging er at tidsforbruket med å utvikle og vedlikeholde en 4D-modell er for lang. Dette samsvarer godt med undersøkt teori fra blant annet Webb et al., (2004) og Aouad et al., (2012). Det lange tidsforbruket kommer av prosessen der man må koble alle 3D-objekter til tilhørende aktivitet fra fremdrftsplanen, samt vedlikehold av 4D-modellen. Ifølge samtlige intervjuobjekter er denne prosessen svært tidskrevende, og flere har redusert bruken av 4D-planen på grunn av dette. Flere intervjuobjekter har også uttalt med at de ikke ser nytten av utvikle en 4D-modell med mange detaljer, ettersom dette tar for mye tid, og endringer ofte oppstår under produksjonen. Etter en gjennomført egenopplæring av Synchro, kan det dermed bekreftes at utfordringen med tidsbruk stemmer.

Teori fra Aouad et al., (2012) trekker frem synlighets begrensninger med visualisering, og dette stemmer overens med resultatene. Ifølge intervjuobjektene kan det være vanskelig å visualisere detaljer når enhetene blir for små. Intervjuobjekt P2 trekker frem boligprosjekter som et eksempel i dette punktet. Årsaken til utfordringen er at synligheten på visualiseringen blir gradvis dårligere når enheter blir for små, og detaljer kommer ikke like godt frem. Videre er det vanskelig å visualisere detaljer fra innsiden, ettersom ytterkonstruksjoner dekker synligheten innover. F. eks. er det vanskelig å se visuelt når kjøkkenet skal monteres når ytterveggene er på plass. Intervjuobjekt P2 mener at dette er årsaken til at 4D-modeller ofte kun brukes i startfasen, og ikke senere. To intervjuobjekter trekker også frem at de lager soner med fargekoder istedenfor å simulere objekter visuelt. En sone kan være et definert fag som f. eks. tømmer, eller en aktivitet som f. eks. ventilasjonsarbeid. Dette viser at visualisering ikke er like optimalt i alle byggeprosjekter. Visualisering kan tolkes som mest optimalt når byggeprosjekter er i stor skala, og når enhetene er store nok til å kunne visualiseres. Men problemet med at innvendige aktiviteter ikke synliggjøres når ytre konstruksjoner er oppe, ser ut til å oppstå i uansett størrelse på prosjektet. Dette problemet kan også løses dersom det brukes nok tid. I Synchro kan det nemlig velge synlighetsnivå på ytterkonstruksjoner og faser, slik at det er mulig å se det skjer inni. Men igjen så er tidsbruk på å utvikle en 4D-modell en utfordring.

Det som vises tydelig fra resultatene er at intervjuobjekter forenkler 4D-modellen for å gjøre det lettere for seg selv og for andre å bruke. Dette fordi det er tidskrevende å utvikle en detaljert modell, samt at enkelte aktiviteter er vanskelig å visualisere. Dette er i tråd med teorien fra Webb et al., (2004) som mener at det er mer optimalt å utvikle en enklere 4D-modell, og derav flere kan utvikle og benytte seg av. Dersom det er behov for detaljer kan dette ses nærmere på plantegninger og detaljtegninger fra rådgivere og konsulenter. Konsekvensen av dette er at rekkefølgen på aktiviteter ikke blir like detaljert på plan, og det kan ikke brukes til detaljplanlegging. Dette kan også være en del av årsaken for at intervjuobjekter ikke har oppdaget alle de potensielle styrkene som teorien beskriver.

Intervjuobjekter hevder at implementering av 4D-verktøy kan være kostnadskrevende, og dette samsvarer med teorien fra Eastman et al., (2011). Det må alltid regnes med økning av utgifter når nye verktøyer brukes, men dersom verktøyet brukes riktig og optimalt vil utbyttet av 4D-modellen overskride investeringskostnadene (Eastman et al., 2011).

Teorien beskriver bytting av flere programvarer for å utvikle en 4D-modell som en utfordring (Aouad et al., 2012). Til forskjell fra resultatet er dette ikke nevnt som en utfordring blant intervjuobjektene. Grunnen til dette kan være utviklingen i de siste årene med 4D-programvarer, og derav dette har blitt enklere. Brukere må fortsatt benytte flere programvarer for å utvikle en 4D-modell, men importering av disse til en 4D-program har gjennom tiden blitt mye bedre. Flere ulike filformater kan nå importeres inn i 4D-programmer, sammenlignet med tidligere år. Men dette kan også betraktes fra en annen synsvinkel, og det er at brukere er vant med å benytte flere ulike programvarer til ulike hensikt, og ser dermed ikke opplever bytting av programvarer som et problem lenger. Tvert imot hadde det kanskje blitt en utfordring, hvis det fantes en programvare som gir mulighet til å modellere en detaljert 3D-modell samt funksjoner til å utvikle en 4D-modell. Dette fordi et slik tung programvare krever sterkere prosessorer og mer avanserte datamaskiner. Dermed er det kanskje mer optimalt å utvikle en 4D-modell som det gjøres nå, med tanke på økonomiske utgiftene ved det.

Samtlige intervjuobjekter hevder manglende teknisk kompetanse, og ufullstendige 4D-modeller som en utfordring. Intervjuobjektene mener at det mange som ikke kan programmet godt nok, og dermed ikke klarer å utnytte det produktivt i fremdriftsplanlegging, ettersom 4D-planlegging fortsatt er nytt i selskapet. I tillegg utdypes det videre med at modeller ofte kommer til produksjonen ufullstendig og med mangler. Dette viser tegn på mangel av riktige ressurser for en optimal 4D-planlegging, samt dårlig kommunikasjon mellom produksjon og prosjekterende. Ifølge Bråthen & Moland, (2015) er tilgang til riktige ressurser nødvendig og avgjørende for et omstillingsprosjekt lykkes.

## 5.2 FORSKNINGSSPØRSMÅL 2

I dette kapitlet diskuteres oppgavens andre forskningsspørsmål: «Hvilke fordeler oppnås innenfor IP ved bruk av 4D-planlegging?» Følgende diskusjoner under er basert på funnet teori, innsamlet empiri og egne tolkninger.

### 5.1.2 VISUALISERING

Resultatene viser at misforståelse og uklarheter i fremdriftsplan er en av de utfordringene Veidekke møter i dag i fremdriftsplanlegging. Ifølge samtlige intervjuobjekter oppstår det situasjoner der fagarbeidere ikke forstår fremdriftsplanen når byggeprosjektene blir for kompliserte. Det trekkes frem med at planene fokuseres for mye på å sikre gode akkorder, og ikke på viktige milepæler eller på aktiviteters avhengigheter. Dette er et problem som kan utbedres, dersom 4D-verktøy brukes med IP. Ved å kombinere 4D-planlegging med IP, vil det eliminere noen av utfordringer til IP, samt gi flere fordeler i metodikken.

Fra en utviklet 4D-modell er fremdriftsplanen knyttet til en 3D-modell, og bidrar til at byggeprosess, aktiviteter, avhengigheter og rekkefølger blir mer forståelig for prosjektinvolverte. Dette er fordi 4D-planen visualiserer både det tidsmessige og det plassmessige aspektet av en fremdriftsplan. Utfordringen rundt misforståelser og uklarheter i IP blir dermed minimalisert. Dette stemmer overens med uttalelsene fra resultatene. I tillegg skaper 4D-planlegging muligheter for prosjektgrupper å vurdere og evaluere planlagte aktivitetsoperasjoner visuelt i sanntidsinteraksjoner, og derav endringer og feil lettere kan bli indentifisert. Dette kan også ifølge teorien fra Khatib et al., (2007) bidra til bedre kommunikasjon blant rådgivere og entreprenører ved at det diskuteres rundt den visuelle modellen. Kommunikasjoner med visuelle modeller gjør det lettere for ulike aktører å forstå og forklare. På denne måten kan 4D-modellen bidra til bedre kommunikasjon.

Resultatet fra utfordringer i fremdriftsplanlegging viser også at det utfordringer med avklaringer mellom drift og prosjekterende. 4D-planlegging kan redusere slike tilfeller ved at det skapes bedre forståelse og kommunikasjon i møter. Utenom dette kan 4D-planlegging også bidra til bedre koordinering i IP, og derav sikkerhet på byggeplass og miljøplanlegging lettere blir tilrettelagt gjennom bedre visualisering.

Med Synchro som 4D-verktøy gjør det også lettere for prosjektinvolverte å styre, rapportere, og kontrollere fremdrift i IP. Ifølge teorien og uttalelsene fra resultatene er det 3 programvarer i Synchro serien som kan gjøre arbeidsoppgaver mye enklere og tydeligere. Disse programmene er; Synchro Workgroup Project, Synchro Site, og Synchro Open Viewer. Synchro Work Group er en database som gir alle deltakere tilgang til hoved fremdriftsplanen, og derav alle får de nyeste prosjektdataene, samt det gir mulighet til å kommunisere med ulike aktører og planlegge i distanse. Dette gjør at endringer og misforståelser blir rettet opp raskt og enkelt.

Synchro Site er en applikasjon som kan brukes i nettbretter, og som gjør det enklere å rapportere status på aktiviteter, feil og avvik fra byggeplassen. Alle informasjonen som rapporteres synkroniseres automatisk til hovedfremdriftsplanen som er i Synchro Pro, og fra der kan det se status, gi tilbakemelding og analysere endringer. Denne applikasjonen er tilgjengelig hvis man har Synchro Pro lisensen, og med dette programmet slipper en å rapportere endringer eller avvik på papir og sparer verdifulle tid.

Synchro Open Viewer er et gratis program for kun visning av 4D-planen. Programmet gir bare tilgang til plan og modell og ikke tilgang til endring. Alle UE får tilgang til denne hvis hovedentreprenører har lisens til Synchro Pro. På denne måten kan f. eks. alle UE følge med fremdriften gratis, i motsetning til MS Project der man må ha lisens for tilgang. Denne muligheten for UE kan bidra til at de lettere kan utvelge en representant som har nok myndighet i prosjektmøter, ettersom de får bedre oversikt og informasjon fra prosjektet.

## 5.3 FORSKNINGSSPØRSMÅL 3

I dette kapitlet diskuteres oppgavens tredje forskningsspørsmål: «Hvordan kan 4D-planlegging implementeres i Veidekkes byggeprosjekter, og derav utfordringene reduseres?» Følgende diskusjoner under er basert på funnet teori, innsamlet empiri og egne tolkninger.

### 5.3.1 TYDELIGGJØRE BEHOV, HENSIKT, MÅL OG INFORMASJON

En av de største utfordringene med å implementere Synchro/4D-planlegging i Veidekkes byggeprosjekter er å skape nok interesse og engasjement blant ansatte, ifølge resultatene. Intervjuobjektene hevder er det mange eldre ansatte i Veidekke som sliter med overganger til nye teknologier, og at flere er motvillig til å prøve nye verktøy. I henhold til intervjuobjekt E1 kan årsaken til den motvillige strømmen være, fordi ansatte i Veidekke ikke har sett nytten med 4D-verktøy ennå. Han mener derfor at det kreves noen gode resultater fra 4D-pilotprosjekter som kan vise til et bedre resultat, og bringe dette til alle i organisasjonen, og motivere flere til å benytte det samme. I forbindelse med dette kan det dermed være nødvendig å vise frem noen prosjekter der 4D-planlegging har bidratt til positive fordeler og resultater.

Som resultatet viser kan implementering av 4D-planlegging påvirke den eksisterende arbeidsmetoden og arbeidsvanen som er i IP, og påføre ulemper for de utsatte i prosessen. Det er dermed viktig å tydeliggjøre implementeringens hensikt, behov og mål, samt at nødvendige informasjoner blir opplyst. Dette er for at tiltaket skal få tilstrekkelig legitimitet, og at påvirkende deltakere får mer forståelse for implementeringsprosessen. Klare mål og hensikt i implementering er viktig for at alle jobber i samme retning, og skjønner behovet med det. Uklare mål kan føre til splittelse av enighet, eller forlengelse av implementeringstiden. Det er derfor viktig at ledelsen tar ansvar for å informere og motivere påvirkende deltakere, slik at det skaper tydelige fremstillinger om hva som forventes, og gevinstene med det. I tillegg er det viktig at 4D-planlegging er godt integrert i alle plannivåer i IP, slik at det er en sammenkobling til modellen i alle faser og ledelsesnivåer.

### 5.3.2 ØKE INVOLVERING OG SAMARBEID

Implementering av 4D-planlegging kan påvirker flere aktører i selskapet som f. eks. UE og andre prosjektorganisasjoner. Ekstra fokus på god involvering og samarbeid må dermed medregnes for å få alle engasjerte i å gjennomføre de tiltakene som kan sikre måloppnåelse. God involvering og samarbeid forutsetter at riktige resursesser er på plass, og at mål og virkemidler samsvarer mellom hverandre. Ifølge teorien fra Bråthen et al., (2015) kan det være lurt å klargjøre viktige parametere som; hvem som involveres, hvor tidlig, og hvor mye og hvorfor. Når disse parameterne tydeliggjøres er det lettere å få enighet om hovedmålene for et prosjekt, og uklarheter rundt dette minimaliseres.



### 5.3.3 TILRETTELEGGJE GOD OPPFØLGING OG RIKTIGE RESSURSER

Den største utfordringen med implementering av 4D-planlegging er den manglende tekniske kompetansen med Synchro, ifølge resultatene. Samtlige intervjuobjekter hevder at det mange som ikke kan programmet godt nok, og dermed ikke klarer å utnytte det produktivt i fremdriftsplanlegging. Dette viser klare tegn på mangler av riktige ressurser og tilstrekkelige oppfølging. Tilgang til riktige ressurser er nødvendig, og avgjørende for en vellykket implementering. For at implementeringen skal lykkes kan det for eksempel iverksette bedre opplæring av Synchro, tilgang til teknisk hjelp, og utarbeide en programveiledning med bruk av dette i prosjektsammenheng. Disse ressursene bør alltid være tilstede slik at implementeringen kan gjøres uten hinder og vanskeligheter. Ifølge intervjuobjekt P1 er det allerede i gang med å utarbeide en Synchro veiledning, og det viser tegn på at Veidekke har forstått behovet med det. I tillegg til dette er det nødvendig å avdekke alle behovene for å modellere en 4D-modell. En felles strategi på hvordan utvikle 4D-modellen kan utarbeides, og sikre for at alle nødvendige prosjektinvolverte er inkludert under utviklingen.

Utenom tilgjengelige ressurser er det nødvendig med tilstrekkelige oppfølginger underveis implementeringen. Ifølge teorien fra Bråthen et al., (2015) er god oppfølging viktig for å skape reelle forankring og motivasjon til de som jobber med prosjektet. Det at overordnet ledelse etterspør resultater, formidler at prosjektet er viktig, og at implementeringen er tatt seriøst. Motsatt hvis det mangler oppfølging kan det skape mindre motivasjon og svekker implementeringens gjennomføringsevne. Resultater viser at det er manglende avklaringer mellom drift og prosjekterende, og derav konsekvensen er ufullstendige plan og modeller. Ledere kan dermed ta ansvar og følge opp om alle viktige avklaringer mellom drift og prosjekterende er gjort, slik at alle nødvendige ressurser er på plass for en optimal gjennomføring.

# **Kapittel 6:**

## **KONKLUSJON**

Kombinasjonen mellom Involverende planlegging og 4D-verktøy har i de siste årene blitt prøvd ut i flere pilotprosjekter i Veidekke. Dette har gitt en økende interesse for 4D-verktøy internt i selskapet. På bakgrunn av dette har det dermed blitt gjennomført en intervjurunde blant Veidekkes ansatte, for å kartlegge de potensielle styrkene og utfordringene med IP og 4D-planlegging. Videre er det undersøkt hvilke positive effekter Synchro som et 4D-verktøy kan bidra med i IP. Oppgaven har blitt tilnærmet med to metoder, hvor personlig intervju har blitt kombinert med e-postintervju.

Resultatene viser at IP har sin styrke med at metodikken bidrar til en mer samspilt planlegging som bygger på eierskap, løfter og sunne aktiviteter. Det er en metodikk som bidrar til økt forpliktelse og eierskap til fremdriftsplanen, samtidig som hindringer og farer inn mot produksjonen reduseres. Mye av samspillet og økt forpliktelse kommer fra at flere prosjektinvolverte får muligheten til å planlegge sin egen hverdag, og dermed øker sannsynligheten for at planlagte arbeider ferdigstilles i tide.

Selv om IP har eksistert i flere år i Veidekke, viser resultatene at det fortsatt er forbedringspotensial i metodikken. Undersøkelsen av svarene fra intervjuobjektene viser blant annet; ulike tolkninger av IP, mangel på forpliktelse blant fagarbeidere, vanskeligheter med å involvere riktige deltakere med nok myndighet, manglende tillit fra ledere og dårlige planfremstillinger av aktivitetsavhengigheter. Årsakene til disse utfordringene kan tolkes i sammenheng som en blanding av dårlig formulering av IPs betydning, svekket kommunikasjon, feil involvering, mangel på oppfølging og et lite optimalt planleggingsverktøy.

Videre viser resultatene at 4D-planlegging er et potensielt planleggingsverktøy som kan bidra til bedre visualisering av byggeprosessen. Slik kan feil, avvik og kollisjoner lettere bli indentifisert. Dette kan gi en kostnads- og tidsbesparelse sammenlignet med tradisjonelle planleggingsverktøy. I tillegg bidrar verktøyet til økt forståelse, bedre koordinering, og økt sikkerhet på byggeplassen. Dette fordi 4D-verktøy visualiserer både det tidsmessige og det plassmessige aspektet av en fremdriftsplan. Dermed kan det lettere å planlegge og koordinere aktiviteter som ivaretar sikkerhet på byggeplassen.

En av de største utfordringene med 4D-planlegging er at prosessen for å utvikle en 4D-plan er tidskrevende. Det lange tidsforbruket skyldes at alle 3D-objektene fra 3D-modellen må knyttes opp mot tilhørende aktiviteter fra fremdriftsplanen. Samtidig er det svært tidskrevende å vedlikeholde 4D-planen, ettersom endringer ofte oppstår under produksjonen. I tillegg viser resultatene at det er synlighets begrensninger med visualisering når enheter er i små skala. Dette er fordi synligheten på visualiseringen gradvis blir dårligere når enheter blir for små, og dermed kommer ikke alle detaljer like godt frem. Videre er det vanskelig å visualisere detaljer fra innsiden, ettersom ytterkonstruksjoner dekker synligheten innover. F. eks. er det vanskelig å se visuelt når kjøkkenet skal monteres når ytterveggene er på plass. Mangel på teknisk kompetanse i Veidekke er også en av de store utfordringene med 4D-planlegging, ettersom planleggingsverktøyet ikke brukes til sin fulle hensikt.

Fordelene med å benytte 4D-verktøy i IP er at det kan redusere misforståelser og uklarheter i fremdriftsplan, samt at det kan bidra til bedre forståelse av byggeprosessen. Fra en utviklet 4D-plan er fremdriftsplanen knyttet til en 3D-modell, og kan bidra til at byggeprosessen, aktiviteter, avhengigheter og rekkefølger blir mer forståelig for prosjektinvolverte. I tillegg skaper 4D-planlegging muligheter for prosjektgrupper å vurdere og evaluere planlagte aktivitetsoperasjoner visuelt i sanntidsinteraksjoner, og derav endringer og feil lettere kan bli indentifisert. Utenom dette kan 4D-planlegging også bidra til bedre koordinering i IP, og derav sikkerhet på byggeplass og miljøplanlegging lettere blir tilrettelagt gjennom bedre visualisering. I tillegg viser resultatene at 4D-verktøyet Synchro kan bidra til bedre styring, rapportering og kontrollering av fremdriften. Dette ved hjelp ulike programmer i Synchro serien som f. eks. Synchro Workgroup Project, Synchro Site, og Synchro Open Viewer.

Utfordringene som Veidekke står med ved implementering av 4D-verktøy i IP, er manglende teknisk kompetanse med 4D-verktøyet Synchro, og manglende interesse og engasjement fra Veidekke ansatte. For å kunne lykkes med implementering av Synchro er det dermed nødvendig å skape mer motivasjon til å benytte 4D-verktøyet, og samtidig tilrettelegge tilgjengelige ressurser for påvirkende i implementeringsprosessen. For å øke interessen for 4D-verktøyet kan det være behov for å vise fordelene og nytten med det. Dette kan gjøres ved å vise frem gode resultater fra pilotprosjekter som kan vise til et bedre resultat, og dermed motivere flere til å benytte det samme. Den manglende tekniske kompetansen kan reduseres ved å iverksette en bedre opplæring av Synchro, tilgang til teknisk hjelp, samt utarbeide en programveiledning med bruk av dette i prosjektsammenheng.

Utenom dette er viktig å tydeliggjøre implementeringens hensikt, behov og mål, samt at nødvendige informasjonen blir opplyst. Dette er for at tiltaket skal få tilstrekkelig legitimitet, og at påvirkende deltakere får mer forståelse for implementeringsprosessen. I tillegg er det viktig å fokusere på god involvering, samarbeid og oppfølging. God involvering og samarbeid forutsetter at riktige resursesser er på plass, og at mål og virkemidler samsvarer mellom hverandre. Og god oppfølging er viktig for å skape reelle forankringer og motivasjon til de som jobber med implementeringsprosjektet.

## FORSLAG TIL VIDERE STUDIE

I denne oppgaven er det kun undersøkt styrker og svakheter med 4D-planlegging i Veidekke. Det videre arbeidet kan være å undersøke styrker og svakheter med 4D-planlegging i andre selskaper, eller utarbeide en veiledning for implementeringsprosessen av 4D-verktøy. Det hadde også vært veldig interessant å undersøke faktiske tids- og kostnadsbesparelser ved bruk av 4D-planlegging. Dette kan for eksempel gjøres for et eller flere selskaper. Dersom det klares å bevise tids- og kostnadsbesparelser ved bruk av 4D-verktøy vil det bli mye lettere å overbevise andre til å benytte det samme.

# LITTERATURLISTE

- Allen, C., & Smallwood, J. (2008). *Improving construction planning through 4D planning*. Emerald Group Publishing Limited.
- Amara, E., Quach, J., & Aftab, I. A. (2016). *Barriere og drivere for økt bruk av prefabrikasjon i Norge*. Oslo: Høgskolen i Oslo og Akershus.
- Andersen, L. (2013). *Samhandling i prosjektering og bygging: Kunnskapssenteret. St Olavs hospital*.
- Aouad, G., Wu, S., Lee, A., & Onyenobi, T. (2012). *Computer aided design guide for architecture, engineering and construction*. Routledge.
- Azhar, S. (2011). *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry*. *Leadership and management in engineering*, 11(3), 241-252.
- Baldwin, A., & Bordoli, D. (2014). *A Handbook for Construction Planning and Scheduling*. John Wiley & Sons.
- Basu, A. (2007). *4D Scheduling – A Case Study*. *AACE International Transactions*, PS121.
- Bråthen, K., & Moland, L. E. (2015). *Samhandling med BIM og Lean i detaljprosjekteringsfasen på Urbygningen ved NMBU*. FAFO rapport.
- Byggeindustrien. (2017). <http://www.bygg.no>. Hentet april 2018 fra <http://www.bygg.no/annonsorinnhold/1305901?category=content+marketing>
- Daniel, E. (u.d.). *Lean construction blog*. Hentet april 4, 2018 fra [Leanconstructionblog.com](http://leanconstructionblog.com): <http://leanconstructionblog.com/The-History-of-The-Development-of-the-Last-Planner-System.html>
- Eastman, C., Teicholz, P., & Sacks, R. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- Emuze, F. A., & Saurin, T. A. (2016). *Value and Waste in Lean Construction*. Routledge.
- Gibb, A., & Isack, F. (2003). *Re-engineering through pre-assembly: client expectations and drivers*. *Building Research & Information*. *Building Research & Information*, 31(2), 146-160.
- Grønmo, S. (2016). *Samfunnsvitenskapelige metoder*. Bergen: 2.utgave.
- Halleraker, S. (2014). *Fremdriftsplanlegging i bygge- og*. Trondheim: NTNU.
- Jarle, I. (2009). Del 1 : Prosjektstyring - planlegging og oppfølging av prosjekter. I *Oppdrags- og prosjektledelse*. Oslo: Elforlaget.
- Josephson, P. E., & Bjørkman, L. (2011). *31 recommendations for increased profit: Reducing waste*. Chalmers University of Technology.

- Kalsaas, B. T. (2017). *Lean Construction: Forståelse og forbedre prosjektbasert produksjon*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Kalsaas, B. T., Grindheim, I., & Læknes, N. (2014). *INTEGRATED PLANNING VS. LAST PLANNER*. In Proc. 22nd Ann. Conf. of the Int'l Group for Lean Construction (pp. 23-27)., Oslo, Norway.
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. John Wiley & Sons.
- Khatib, J. M., Chileshe, N., & Sloan, S. (2007). *Antecedents and benefits of 3D and 4D modelling for construction planners*. Journal of Engineering, Design and Technology, Vol. 5 Issue: 2, pp.159-172.
- Larsen, A. K. (2017). *En enklere metode: Veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode*. Bergen: Fagbokforl..
- Larson, E. W., & Gray, C. F. (2011). *Project management: the Managerial Process*. Maidenhead: McGraw-Hill. Hentet mars 2018 fra <https://epdf.tips/project-management-the-managerial-process-5th-edition.html>
- Lean construction institute. (u.d.). *Last Planner System*. Rapport. Hentet april 4, 2018 fra [https://www.leanconstruction.org/media/docs/chapterpdf/israel/Last\\_Planner\\_System\\_Business\\_Process\\_Standard\\_and\\_Guidelines.pdf](https://www.leanconstruction.org/media/docs/chapterpdf/israel/Last_Planner_System_Business_Process_Standard_and_Guidelines.pdf)
- Microsoft. (2018). *products.office.com*. Hentet mars 2018 fra <https://products.office.com/en-us/project/project-online-premium?legRedir=true&CorrelationId=9f8aec80-6575-4323-a771-cc298cf2ac82>
- Mubarak, S. A. (2015). *Construction Project Scheduling and Control*. Canada: John Wiley and sons.
- Nadim, W., & Goulding, J. S. (2011). *Offsite production: a model for building down barriers: A European construction industry perspective*. Engineering, Construction and Architectural Management 18.1 (2011): 82-101.
- O'Brien, W. J., Gau, P., Schmeits, C., Goyat, J., & Khwaja, N. (2012). *Benefits of Three- and Four-Dimensional Computer-Aided Design Model Applications for Review of Constructability*. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (2268), 18-25.
- Porwal, V., Solís, J. F., Lavy, S., & Rybkowski, Z. K. (2010). *Last Planner System implementation challenges*. In Proceedings of the 18 Annual Conference International Group for Lean Construction, IGLC (Vol. 18, pp. 548-54)., Texas. Hentet April 3, 2018
- Power, D. (2018, march 30). *Planning skills: A web-based knowledge repository*. Hentet mars 2018 fra <http://planningskills.com>: <http://planningskills.com/askdan/14.php>

- Succar, B. (2009). *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*. *Automation in construction*, 18(3), 357-375.
- Sundfør, I. (2016). *Grethes Hus for Synchro: Bok 1 Fremdriftsplanlegging*. Oslo.
- Sundfør, I. (2016). *Grethes Hus for Synchro: Bok 2 - 4D BIM*. Oslo.
- Synchro Software. (u.d.). *synchroltd.com*. Hentet mars 2018 fra Synchro Software: <https://www.synchroltd.com/>
- Teknisk Ukeblad Media AS. (2001). <https://www.tu.no>. Hentet fra <https://www.tu.no/artikler/4d-verktoy-for-fremtiden/271440>
- Todsén, S. (2018, Juni). *Produktivitetsfall i bygg og anlegg*. Hentet fra Statistisk sentralbyrå: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitetsfall-i-bygg-og-anlegg>
- Tulke, J., & Hanff, J. (2007). *4D CONSTRUCTION SEQUENCE PLANNING – NEW PROCESS AND DATA MODEL*. In Proceedings of CIB-W78 24th International Conference on Information Technology in Construction, Maribor, Slovenia (pp. 79-84).
- Ungersness, B. (2015). *Itbaktuelt.no*. Hentet mars 2018 fra <https://www.itbaktuelt.no/2015/04/30/malet-er-a-fjerne-slosing/>
- Veidekke ASA. (2015). *Involverende planlegging i produksjon*. 4. Utgave.
- Veidekke Entreprenør. (u.d.). *Veidekke.no*. Hentet april 2018 fra <http://veidekke.no/om-oss/>
- Webb, R. M., Smallwood, J., & Haupt, T. C. (2004). *THE POTENTIAL OF 4D CAD AS A TOOL FOR CONSTRUCTION MANAGEMENT*. *Journal of Construction Research*, 5(01), 43-60.
- Ødemark, I. L. (2017). <http://www.hioa.no/>. Hentet februar 2018 fra <https://film.hioa.no/hvordan-vurdere-kilder>



# VEDLEGG

Vedlegg A – E-post intervju guide	87
Vedlegg B – Personlig intervju guide	88
Vedlegg C – E-post intervju: 1	89
Vedlegg D – E-post intervju: 2	92
Vedlegg E – E-post intervju: 3	94
Vedlegg F – E-post intervju: 4	97
Vedlegg G – E-post intervju: 5	99
Vedlegg H – E-post intervju: 6	101
Vedlegg I – E-post intervju: 7	103
Vedlegg J – Personlig intervju: 1	106
Vedlegg K – Personlig intervju: 2	112
Vedlegg L – Personlig intervju: 3	117

## Vedlegg A: E-post intervjuguide

Hei, mitt navn er Jackie Quach.

Jeg er masterstudent ved NTNU i Trondheim, og skriver nå masteroppgave i samarbeid med Veidekke om «*Optimalisering av fremdriftsplanlegging i Veidekkes byggeprosjekter ved bruk av 4D BIM*». Jeg viser til e-posten fra Jørgen Gran Kjøllesdal den 19.02.2018, der du aksepterer å svare på noen spørsmål i forbindelse med temaet. Svarene vil bli brukt som grunnlag for å svare på oppgavens problemstilling. Svarene blir behandlet anonymt, bare jeg selv vil vite hvem som har svart hva. Jeg takker på forhånd for din tid og ditt bidrag.

1. Hva er din bakgrunn og nåværende stilling?
  - Utdanning og tidligere relevante arbeidserfaringer?
  - Nåværende stilling og antall år du har jobbet i Veidekke?
  - Hvor god kjennskap har du til, og hvor mange års erfaring med involverende planlegging (IP) i Veidekke?
2. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?  
(Kompetanse? Dårlig kommunikasjon? Lite involvering? Uoversiktlige og kortsiktige fremdriftsplaner? Aktivitetskollisjon? Verktøy? Andre, i så fall hva?)
3. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanlegging løser IP i dag?
4. Hvilke svakheter har IP? Har du hatt negative erfaringer med IP?
5. Benytter du 4D planlegging til fremdriftsplanlegging? Hvis ja, hvilket program bruker du, og hvor lenge har du brukt det?
6. Hvordan/til hvilket formål bruker du 4D planlegging i dag?
7. Undersøkt litteratur om 4D planlegging viser at dette verktøyet har mange potensielle styrker (se punktene under).

4D planlegging bidrar til:

- Bedre prosjektplanlegging?
- Gir større forståelse av avhengighetene mellom arbeidsoppgavene?
- Mindre aktivitetskollisjoner og byggekonflikter?
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan føre til bedre sikkerhet på byggeplassen?
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan gi økonomiske besparelser? (Mindre kvalitetskostnader? Byggefeil? Tidsbesparelse?)

Hva mener du om / hvordan ser du på dette?

8. Hvilke svakheter/utfordringer har 4D planlegging i dag? Gi eksempler
9. Hvis vi skulle implementere 4D planlegging (Synchro) i alle Veidekkes byggeprosjekter, hvilke utfordringer og kompetansebehov ser du?
10. Hvordan kan 4D planlegging kombineres med IP for et enda bedre resultat?

## Vedlegg B: Personlig intervjuguide

1. Hva er din bakgrunn og nåværende stilling?
  - Utdanning og tidligere relevante arbeidserfaringer?
  - Nåværende stilling og antall år du har jobbet i Veidekke?
  - Hvor god kjennskap har du til, og hvor mange års erfaring med involverende planlegging (IP) i Veidekke?
2. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?  
(Kompetanse? Dårlig kommunikasjon? Lite involvering? Uoversiktlige og kortsiktige fremdriftsplaner? Aktivitetskollisjon? Verktøy? Andre, i så fall hva?)
3. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanlegging løser IP i dag?
4. Hvilke svakheter har IP? Har du hatt negative erfaringer med IP?
5. Benytter du 4D planlegging til fremdriftsplanlegging? Hvis ja, hvilket program bruker du, og hvor lenge har du brukt det?
6. Hvordan/til hvilket formål bruker du 4D planlegging i dag?
7. Undersøkt litteratur om 4D planlegging viser at dette verktøyet har mange potensielle styrker (se punktene under).

4D planlegging bidrar til:

- Bedre prosjektplanlegging?
- Gir større forståelse av avhengighetene mellom arbeidsoppgavene?
- Mindre aktivitetskollisjoner og byggekonflikter?
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan føre til bedre sikkerhet på byggeplassen?
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan gi økonomiske besparelser? (Mindre kvalitetskostnader? Byggefeil? Tidsbesparelse?)

Hva mener du om / hvordan ser du på dette?

8. Hvilke svakheter/utfordringer har 4D planlegging i dag? Gi eksempler
9. Hvis vi skulle implementere 4D planlegging (Synchro) i alle Veidekkes byggeprosjekter, hvilke utfordringer og kompetansebehov ser du?
10. Hvordan kan 4D planlegging kombineres med IP for et enda bedre resultat?

## Vedlegg C: E-post intervju - Intervjuobjekt E1 (02.03.18)

### 1. Hva er din bakgrunn og nåværende stilling?

- Utdanning og tidligere relevante arbeidserfaringer?
  - o Master NTNU, PhD NTNU, Anleggsleder Veidekke.
- Nåværende stilling og antall år du har jobbet i Veidekke?
  - o 9 år i veidekke, jobber nå som leder for Involverende Planlegging. Fagansvarlig forbedringsarbeid/ Involverende planlegging
- Hvor god kjennskap har du til, og hvor mange års erfaring med involverende planlegging (IP) i Veidekke?
  - o Jobbet med IP siden jeg startet og vært med på å utvikle 2 av 4 veiledere for IP.

### 2. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?

(Kompetanse? Dårlig kommunikasjon? Lite involvering? Uoversiktlige og kortsiktige fremdriftsplaner? Aktivitetskollisjon? Verktøy? Andre, i så fall hva?)

- På generell basis vil jeg si alle er en utfordring i dag, det avhenger mye av personene som er med i prosjektet.
- Det vi kanskje sliter mest med er re-planlegge når det er endring i planene, bransjen har en tendens til å lukke øynene og håpe det går fint. Greit nok at vi lager langsiktige planer men forutsetningene endres hele tiden på en byggeplass, så det kreves at en både ser langt frem i tid og kortsiktig. For så å endre planene etter hvilke forutsetninger en til enhver tid har.
- Verktøy i seg selv er ikke så store utfordringen, greit nok at det ikke alltid planlegges i det beste programmet (ref. excel). Men om personene ikke har kunnskap nok til å planlegge så vil ikke et verktøy fikse dette. Det kreves kunnskap og et verktøy kan kanskje gi en bedre oversikt men ikke gjøre deg bedre i planlegging.

### 3. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanlegging løser IP i dag?

- IP bidrar til å samle alle slik at de som faktisk skal utføre jobben får mulighet til å planlegge sin egen hverdag. Det går fra en «push» nedover til å bli en «pull» med hva de utførende faktisk trenger for å utføre jobben sin. Der IP virkelig fungerer evner vi å planlegge langt frem i tid samtidig som vi klarer å håndtere de kortsiktige endringene hele tiden. Det blir en arbeidsdeling der de øverste lederne fokuserer på å fjerne hindringer langt frem i tid slik at produksjonen er skjermet fra å måtte håndtere usikkerhet som forårsaker «støy» i produksjonen.

### 4. Hvilke svakheter har IP? Har du hatt negative erfaringer med IP?

- Den største svakheten er nok at alle må være med for at dette skal fungere. Alle må være involvert i planlegging av sin hverdag og i sin tidshorisont. Om noen i linjeledelsen ikke vil være med eller noen av fagarbeiderne ikke vil være med å planlegge så blir det også mangel på informasjon for å få planlagt godt nok. Nå vil IP uansett være bedre enn alternativet der ingen er med å planlegge, men om det skal fungere optimalt må alle være med.

**5. Benytter du 4D planlegging til fremdriftsplanlegging? Hvis ja, hvilket program bruker du, og hvor lenge har du brukt det?**

- Jeg sitter ikke å planlegger lengre, men jeg kurser Veidekke ansatte i planlegging, både med og uten en 4D visning. (MS project og Synchro)

**6. Hvordan/til hvilket formål bruker du 4D planlegging i dag?**

- Kursvirksomhet.

**7. Undersøkt litteratur om 4D planlegging viser at dette verktøyet har mange potensielle styrker (se punktene under).**

4D planlegging bidrar til:

- Bedre prosjektplanlegging?
  - o Enig, det vil gi en mye bedre hovedfremdriftsplan og andre strategiske planer fordi du har mulighet til å simulere flere instanser. Det gir også et veldig godt visuelt inntrykk av planen så derfor vil også flere forstå hva som faktisk er planlagt og derfor ha mer grunnlag for å bli involvert.
- Gir større forståelse av avhengighetene mellom arbeidsoppgavene?
  - o Enig, pga. den visuelle effekten
- Mindre aktivitetsskollisjoner og byggekonflikter?
  - o Delvis enig, pga. det visuelle så har du kanskje mulighet til å avdekke flere kollisjoner men det krever også involvering og til dels mye av BIM. Modellen må ha en inndeling på riktig nivå. Byggekonflikter har også mye med kontrakt og beslutninger å gjøre så alt får du ikke fjernet med bedre planlegging.
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan føre til bedre sikkerhet på byggeplassen?
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan gi økonomiske besparelser? (Mindre kvalitetskostnader? Byggefeil? Tidsbesparelse?)

Hva mener du om / hvordan ser du på dette?

- Har gitt noen svar under hvert enkelt punkt som jeg føler er dekkende. 4D gir en visuell effekt som andre visninger av planer ikke har mulighet til. Nå er det også slik at 4D bare er en måte å vise planen på, det planlegges ikke i 4D. Det gis en representasjon av planen som enten er planlagt på bakgrunn av en Gantt, CPM og eller LPS. Viktigheten her er avhengigheter mellom aktiviteter og varigheten av aktivitetene, dette får man ikke ut av en såkalt «4D planlegging» men det er basert på erfaringer fra aktører som skal utføre oppgavene. De vil få en bedre oversikt over hva de har planlagt når «filmen» spilles av, som kan gi de et bedre grunnlag for å se om det de har blitt enige om under planleggingen er riktig eller om det må korrigeres.

**8. Hvilke svakheter/utfordringer har 4D planlegging i dag? Gi eksempler**

- Krever en del kunnskap om programmet (synchro) og en god datamaskin
- BIM må være god for at det skal bli enkelt nok å koble aktiviteter til modellen. Hvis en hele tiden må dele opp elementene for å få en god plan så blir det fort mye arbeid. Spesielt når BIMen hele tiden er under utvikling og en laster opp en ny versjon.

**9. Hvis vi skulle implementere 4D planlegging (Synchro) i alle Veidekkes byggeprosjekter, hvilke utfordringer og kompetansebehov ser du?**

- Dette krever at alle ser nytten av verktøyet 4D. Alle har i dag mulighet til å benytte 4D på sine prosjekter, men det er nok ikke alle som har sett nytten enda. Så skal vi få til dette kreves det noen gode resultater fra pilotprosjekter som kan vise til et bedre resultat fra dette. Og at organisasjonen Veidekke bringer dette resultatet ut til alle i organisasjonen. Vi har i dag flere prosjekter som benytter 4D i varierende grad og det holdes kurs i bruk av Synchro, så her er vi langt på vei allerede, men det er en stor organisasjon og det tar tid før dette når ut til massene.

**10. Hvordan kan 4D planlegging kombineres med IP for et enda bedre resultat?**

- Det er vel ikke et spørsmål om hvordan men om når. IP er en metode og 4D er et verktøy som kan hjelpe oss til å bedre visualisere planene. Slik jeg ser det så handler dette bare om å benytte riktig verktøy til planleggingen og om Synchro er det rette verktøyet så skal det benyttes.

## **Vedlegg D: E-post intervju - Intervjuobjekt E2 (25.02.18)**

### **1. Hva er din bakgrunn og nåværende stilling?**

- Utdanning og tidligere relevante arbeidserfaringer?
  - o Phd i prosjekteringsledelse, 24 år i byggebransjen hos rådgiver, BH og entreprenør.
- Nåværende stilling og antall år du har jobbet i Veidekke?
  - o Startet i mars 2010, Fagansvarlig prosekteringsledelse og BIM
- Hvor god kjennskap har du til, og hvor mange års erfaring med involverende planlegging (IP) i Veidekke?
  - o Godt kjennskap til IP (8 år), har vær ansvarlig for den nye veilederen IP i prosjektering desember 2017

### **2. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?**

- (Kompetanse? Dårlig kommunikasjon? Lite involvering? Uoversiktlige og kortsiktige fremdriftsplaner? Aktivitetskollisjon? Verktøy? Andre, i så fall hva?)
- Kompetanse, kommunikasjon, grad av involvering, planlegging av planleggingsprosessen

### **3. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanlegging løser IP i dag?**

- IP løser kompetanse til fag, strukturert planer, ansvars fordeling

### **4. Hvilke svakheter har IP? Har du hatt negative erfaringer med IP?**

- Det kreves mer av alle sammen å jobbe med IP, det er nytt og man møter motstand. Makten delegeres til alle involverte

### **5. Benytter du 4D planlegging til fremdriftsplanlegging? Hvis ja, hvilket program bruker du, og hvor lenge har du brukt det?**

- Nei. Ikke i min jobb. Har laget 4d både i Nawis og i Synchron

### **6. Hvordan/til hvilket formål bruker du 4D planlegging i dag?**

- 4D kan benyttes til både prosjektering og produksjon, for kommunikasjon og illustrasjon av valg.

### **7. Undersøkt litteratur om 4D planlegging viser at dette verktøyet har mange potensielle styrker (se punktene under).**

4D planlegging bidrar til:

- Bedre prosjektplanlegging?
- Gir større forståelse av avhengighetene mellom arbeidsoppgavene?
- Mindre aktivitetskollisjoner og byggekonflikter?
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan føre til bedre sikkerhet på byggeplassen?

- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan gi økonomiske besparelser? (Mindre kvalitetskostnader? Byggefeil? Tidsbesparelse?)

Hva mener du om / hvordan ser du på dette?

- o Enig

**8. Hvilke svakheter/utfordringer har 4D planlegging i dag? Gi eksempler**

- Det krever opplæring
- Man må investere i å produsere en korrekt modell tidlig nok
- Produksjon må være opptatt av dette

**9. Hvis vi skulle implementere 4D planlegging (Synchro) i alle Veidekkes byggeprosjekter, hvilke utfordringer og kompetansebehov ser du? –**

- Se over

**10. Hvordan kan 4D planlegging kombineres med IP for et enda bedre resultat?**

- 4D er bare en grafisk representasjon av planen. IP bidrar til å styrke planleggingen og 4D gjør den enda mer tydelig. Dette henger veldig tett sammen for å få kommunisert den virkelige planene til alle på en enkel måte.



## Vedlegg E: E-post intervju - Intervjuobjekt E3 (27.02.18)

### 1. Hva er din bakgrunn og nåværende stilling?

- Utdanning og tidligere relevante arbeidserfaringer?
  - o Er byggmester
- Nåværende stilling og antall år du har jobbet i Veidekke?
  - o Er nå tømmer bas ved Blussuvoll Alle. Skal tre inn som formann på Nærbyen når jeg er ferdig på Blussuvoll Alle.
  - o Har jobbet i Veidekke siden 2012
- Hvor god kjennskap har du til, og hvor mange års erfaring med involverende planlegging (IP) i Veidekke?
  - o Har jobbet med IP i ca. 13 år, 6 år i Veidekke.
  - o Har vært relativ sentral i det å iverksette IP på byggeplassene siden vi begynte med det som arbeidsform i Trondheim.

### 2. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?

(Kompetanse? Dårlig kommunikasjon? Lite involvering? Uoversiktlige og kortsiktige fremdriftsplaner? Aktivitetskollisjon? Verktøy? Andre, i så fall hva?)

- For dårlig til å intrigere riktig kompetanse i planleggingen
- Faseplan blir ofte den reelle planen, altfor udetaljert. Mangel på milepæler.
- Viktige detaljer blir ikke planlagt gått nok, forårsaker forsinkelser.
- Avhengigheter mellom fag blir for dårlig planlagt
- IT verktøy blir halvveis. Mangel på kompetanse gjør til at vi ikke får utbytte av programvarene.
- Mangelfull kollisjonstester på modell
- Alt for lett å gjøre endring uten konsekvensanalyse.
- Kortsiktig planlegging
- Havner fort på uke 1 i planleggingshorisonten.

### 3. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanlegging løser IP i dag?

- IP sørger for riktig rekkefølge i produksjonen.
- Lappeteknikk gir tverrfaglig forståelse. Lappeteknikk er et samhandlingsmøte hvor fagene blir enig om den mest fornuftige rekkefølge. Eks. Hvis ventilasjon monterer kanaler før vegger er opp så generer det til et hav timer for produksjonen til tømmer. Her deler man sine forutsetninger slik at det blir best mulig for alle.
- Bygger sosiale relasjoner som sikrer bedre kommunikasjon og samhandlingsevne
- Gir bedre flyt i produksjonen

### 4. Hvilke svakheter har IP? Har du hatt negative erfaringer med IP?

- Man havner fort på uke 1 i fremdrift planleggingen
- Man mister riktig horisont i bas-møte, driftsmøte etc.
- Håndverkeren styrer fremdriften ved ukeplanleggingen.
- Ukeplan blir satt for å sikre gode akkorder, ikke viktige milepæler i faseplan, eller avhengigheter. Det med akkord er at basen setter opp ukeplan med utgangspunkt i

en mest mulig rasjonell drift for seg selv. Eks. Hvor stor del av dekke som skal støpes. Dess større dess bedre med tanke på akkord. Bakdel er at de ikke gir fra seg produksjonsgrunnlag for neste fag kontinuerlig. Blir ventetid. Genererer til dobbelt sett forskaling som opptar riggplass når de ikke er i bruk etc.

- Planleggingen blir for en faglig, planene samhandles i for dårlig grad. Avhengigheter blir ikke lagt inn i planene.

**5. Benytter du 4D planlegging til fremdriftsplanlegging? Hvis ja, hvilket program bruker du, og hvor lenge har du brukt det?**

- Nei

**6. Hvordan/til hvilket formål bruker du 4D planlegging i dag?**

- Bruker ikke

**7. Undersøkt litteratur om 4D planlegging viser at dette verktøyet har mange potensielle styrker (se punktene under).**

4D planlegging bidrar til:

- Bedre prosjektplanlegging?
- Gir større forståelse av avhengighetene mellom arbeidsoppgavene?
- Mindre aktivitetsskollisjoner og byggekonflikter?
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan føre til bedre sikkerhet på byggeplassen?
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan gi økonomiske besparelser? (Mindre kvalitetskostnader? Byggefeil? Tidsbesparelse?)

Hva mener du om / hvordan ser du på dette?

- Er for så vidt enig i disse påstandene.
- Man får visualisert planene.
- I dag er modellen altfor dårlig bygd opp til at vi kan bruke den i detaljplanlegging.

**8. Hvilke svakheter/utfordringer har 4D planlegging i dag? Gi eksempler**

- Lite kjennskap med dette.

**9. Hvis vi skulle implementere 4D planlegging (Synchro) i alle Veidekkes byggeprosjekter, hvilke utfordringer og kompetansebehov ser du?**

- Man må ha en felles strategi på hvordan man bygger opp modellen.
- Den må bygges opp på samme måte som produksjonsstrategien/byggeretning.
- Alt må legges inn i modell (alt er viktig)
- Funksjonærer må få tilstrekkelig opplæring i Synchro og modell
- Funksjonærer må få opplæring i å tegne i modell. (Archicad)
- Her må også håndverkerne involveres i oppbyggingen av modellen.
- Sette opp bestillingsfiler, mengdeuttak akkord etc.

#### **10. Hvordan kan 4D planlegging kombineres med IP for et enda bedre resultat?**

- IP kan styrkes ved bruk av 4d fordi da får man synliggjort de beslutninger som blir tatt
- Mindre risiko for forskjellig oppfattelse av en beslutning. Her er det stor svikt ved muntlig beskjeder og forklaring av detaljer. Like mange varianter som det er antall hoder er ofte resultatet.
- Synliggjøre hvor ille det kan være å gjøre en endring.
- I dag gjør man endringer alt for lett uten å forstå hvilke følger dette kan få i prosjektet.
- På Blussvoll brukte vi Ipad i produksjon. Tegninger etc. Her det masse muligheter hvis man går for 4D

## Vedlegg F: E-post intervju - Intervjuobjekt E4 (14.03.18)

### 1. Hva er din bakgrunn og nåværende stilling?

- Utdanning og tidligere relevante arbeidserfaringer?
  - o Bim-tekniker Fagskolen, Oslo Akershus
  - Fagskoleingeniør Bygg, Fagskolen Oslo Akershus
  - 15 års variert håndverkerbakgrunn, fagbrev som snekker
- Nåværende stilling og antall år du har jobbet i Veidekke?
  - o Bim-koordinator, ca. 2 år
- Hvor god kjennskap har du til, og hvor mange års erfaring med involverende planlegging (IP) i Veidekke?
  - o Har gjennomført Veidekkskolens kurs i involverende planlegging (3 moduler). Jeg er ikke tilknyttet byggeprosjekt, og har ikke praktisert IP på prosjekt

### 2. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?

- (Kompetanse? Dårlig kommunikasjon? Lite involvering? Uoversiktlige og kortsiktige fremdriftsplaner? Aktivitetskollisjon? Verktøy? Andre, i så fall hva?)
- Mange prosjekter har dårlige fremdriftsplaner, uten avhengigheter mellom aktiviteter (plan i Excel), dårlig oppfølging og vedlikehold av planen, vanskelig å visualisere avhengigheter og formidle dette til utførende

### 3. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanlegging løser IP i dag?

- Involvering og eierskap til planen

### 4. Hvilke svakheter har IP? Har du hatt negative erfaringer med IP?

-

### 5. Benytter du 4D planlegging til fremdriftsplanlegging? Hvis ja, hvilket program bruker du, og hvor lenge har du brukt det?

Jeg er systemansvarlig for Synchron i Veidekke, forvalter lisenser og lager kursopplegg i programvaren. Jobber ikke med fremdriftsplanlegging på prosjekt

### 6. Hvordan/til hvilket formål bruker du 4D planlegging i dag?

Lager enkelte fremdriftsvisualiseringer til bruk i tilbudsfasen

### 7. Undersøkt litteratur om 4D planlegging viser at dette verktøyet har mange potensielle styrker (se punktene under).

4D planlegging bidrar til:

- Bedre prosjektplanlegging?
- Gir større forståelse av avhengighetene mellom arbeidsoppgavene?
- Mindre aktivitetskollisjoner og byggekonflikter?
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan føre til bedre sikkerhet på byggeplassen?

- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan gi økonomiske besparelser? (Mindre kvalitetskostnader? Byggefeil? Tidsbesparelse?)

Hva mener du om / hvordan ser du på dette?

Usikker på om 4d i seg selv bidrar til færre byggefeil. Ellers er jeg stort sett enig i påstandene. I tillegg mener jeg at 4d kan bidra til å bedre vise hvor i byggeprosjektet det ikke foregår aktiviteter, noe som kan være vanskelig å se i et Gantt-skjema

**8. Hvilke svakheter/utfordringer har 4D planlegging i dag? Gi eksempler**

Ser utfordringer i teknisk kompetanse i verktøyene, det er fort gjort at det blir en «spesialist-jobb» å koble modell og plan, samt vedlikeholde planen. Jeg mener det er viktig at det er den som planlegger (anleggsleder) som må ha denne oppgaven, og ikke bim-teknikere.

**9. Hvis vi skulle implementere 4D planlegging (Synchro) i alle Veidekkes byggeprosjekter, hvilke utfordringer og kompetansebehov ser du?**

Vi jobber med å lage en egen modul med 4d og IP som skal gå i regi av Veidekke-skolen. Jeg håper dette kan bidra til å ufarliggjøre verktøyet, og hindre at det blir en spesialistoppgave å jobbe med 4d.

**10. Hvordan kan 4D planlegging kombineres med IP for et enda bedre resultat?**

Her tror jeg det store potensialet ligger i bedre visualiseringer og forståelse av avhengigheter som vil bidra til mer involvering. Jeg tror også det kan være nyttig å jobbe parallelt med kobling

## Vedlegg G: E-post intervju - Intervjuobjekt E5 (16.03.18)

### 1. Hva er din bakgrunn og nåværende stilling?

- Utdanning og tidligere relevante arbeidserfaringer?
  - o Svakstrøms montør, Fagskole ingeniør Elkraft, BIM Tekniker
- Nåværende stilling og antall år du har jobbet i Veidekke?
  - o BIM koordinator, 1 år
- Hvor god kjennskap har du til, og hvor mange års erfaring med involverende planlegging (IP) i Veidekke?
  - o God kjennskap, 1 år

### 2. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?

(Kompetanse? Dårlig kommunikasjon? Lite involvering? Uoversiktlige og kortsiktige fremdriftsplaner? Aktivitetskollisjon? Verktøy? Andre, i så fall hva?)

- Lite kommunikasjon mellom fag. De ser ikke så godt det store bilde

### 3. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanlegging løser IP i dag?

Alle fag får sett hva som skal gjøres, og kan lettere koordinere sitt eget arbeid mot andre.

### 4. Hvilke svakheter har IP? Har du hatt negative erfaringer med IP?

Ikke på nåværende tidspunkt.

### 5. Benytter du 4D planlegging til fremdriftsplanlegging? Hvis ja, hvilket program bruker du, og hvor lenge har du brukt det?

Ja, jeg bruker Synchro i dag. Har testet dette siden slutten av skolen for ca. 1 år siden.

### 6. Hvordan/til hvilket formål bruker du 4D planlegging i dag?

Visualisere fremdrift av byggene, koordinere arbeider på byggeplassen. Visualisere arbeidsoppgaver som kan være forbundet med fare.

### 7. Undersøkt litteratur om 4D planlegging viser at dette verktøyet har mange potensielle styrker (se punktene under).

4D planlegging bidrar til:

- Bedre prosjektplanlegging?
  - o ja
- Gir større forståelse av avhengighetene mellom arbeidsoppgavene?
  - o ja
- Mindre aktivitetskollisjoner og byggekonflikter?
  - o ja
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan føre til bedre sikkerhet på byggeplassen?
  - o ja

- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan gi økonomiske besparelser? (Mindre kvalitetskostnader? Byggefeil? Tidsbesparelse?)
  - o ja

Hva mener du om / hvordan ser du på dette?

Er i utgangspunktet enig i dette, men har ikke holdt på med dette lenge nok til å se resultatene.

**8. Hvilke svakheter/utfordringer har 4D planlegging i dag? Gi eksempler**

Synchro har sine svakheter med at det krever for kraftig maskin i forhold til andre programmer. Kan være litt komplisert å skjønne seg på det, da det er veldig mange valgmuligheter, og kanskje litt vanskelig bruker grensesnitt.

**9. Hvis vi skulle implementere 4D planlegging (Synchro) i alle Veidekkes byggeprosjekter, hvilke utfordringer og kompetansebehov ser du?**

Programmet må endres sånn at det støtter de pc'er som brukes i dag. På mitt prosjekt er det mange som har en eldre pc som ikke klarer å kjøre Synchro. Men de klarer fint å vise 3D modeller i andre programmer. Opplæring/kurs i bruk av Synchro må gis til de som trenger dette.

**10. Hvordan kan 4D planlegging kombineres med IP for et enda bedre resultat?**

Visualisere oppgaver og soner det skal jobbes i. økt forståelse av det som skal bygges og i hvilken rekkefølge til bør/skal bygges i.

## Vedlegg H: E-post intervju - Intervjuobjekt E6 (23.03.18)

### 1. Hva er din bakgrunn og nåværende stilling?

- Utdanning og tidligere relevante arbeidserfaringer?
  - o Jeg har fagbrev som elektriker, tok deretter et år på BIM ved kubens fagskole
- Nåværende stilling og antall år du har jobbet i Veidekke?
  - o BIM-koordinator ved veidekke, 1 år
- Hvor god kjennskap har du til, og hvor mange års erfaring med involverende planlegging (IP) i Veidekke?
  - o Jeg har god kjennskap til Veidekkes involverende planlegging og hvordan de ønsker at alle skal bidra med å planlegge jobben som skal utføres. Jeg har ikke veldig lang erfaring med IP ca. 1 år, men har jobbet en del med det på det prosjektet jeg er på nå.

### 2. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?

(Kompetanse? Dårlig kommunikasjon? Lite involvering? Uoversiktlige og kortsiktige fremdriftsplaner? Aktivitetskollisjon? Verktøy? Andre, i så fall hva?)

- Utfordringen med fremdriftsplanlegging på prosjektet jeg jobber på (rehab), er at det fort kommer mange endringer i fremdriften som følge av endringer i rekkefølger, og lignende. Av den grunn er det ekstremt viktig for alle å få et eierskap til fremdriftsplanen. Fra mitt ståsted, mener jeg det er litt dårlig involvering fra partene som har ansvar for sine fag, det er til tider også utfordringer med programvaren i den grad at det fort kan bli litt for avansert for hvem som helst å oppdatere denne.

### 3. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanlegging løser IP i dag?

- Med IP møter får vi god kontroll på hvordan ting skal løses og i hvilken rekkefølge. Det er viktig at alle fag som er involvert bidrar i IP møtene slik at ikke noe blir utelatt, den minste ting kan endre alt. Det er også en fordel at vi får andres synspunkter på hvordan en jobb kan løses fremdriftsmessig og sikkert.

### 4. Hvilke svakheter har IP? Har du hatt negative erfaringer med IP?

- Jeg har ikke mye negativt å si om IP, det eneste som kan være en utfordring er når det blir for mange deltagere på møtet. Jeg mener det da er viktig å stille med den som har best kjennskap til planen, bygget og hvordan ting skal utføres. Selvfølgelig må personen også ha god erfaring med planlegging og sikkert arbeid.

### 5. Benytter du 4D planlegging til fremdriftsplanlegging? Hvis ja, hvilket program bruker du, og hvor lenge har du brukt det?

- Jeg benytter 4D planlegging. Verktøyet jeg bruker til det er Synchrono, det er et program jeg ikke har jobbet så mye i. Jeg fikk undervisning i det på skolen i 2 uker, etter det måtte jeg ta tak i det selv. Nå har jeg kanskje jobbet med det snart 1 år.



**6. Hvordan/til hvilket formål bruker du 4D planlegging i dag?**

- Jeg bruker 4D planlegging til å planlegge fremdriften i et rehab prosjekt. Målet med 4D planleggingen er å forutse farer og utfordringer i prosjektet. Derimot har det vært store utfordringer med å følge opp 4D planlegging på dette prosjektet. Grunnen til det er at det er ekstremt mange endringer i dette prosjektet. Det er da veldig vanskelig å følge opp, men vi gjør så godt vi kan.

**7. Undersøkt litteratur om 4D planlegging viser at dette verktøyet har mange potensielle styrker (se punktene under).**

4D planlegging bidrar til:

- Bedre prosjektplanlegging?
- Gir større forståelse av avhengighetene mellom arbeidsoppgavene?
- Mindre aktivitetsskollisjoner og byggekonflikter?
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan føre til bedre sikkerhet på byggeplassen?
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan gi økonomiske besparelser? (Mindre kvalitetskostnader? Byggefeil? Tidsbesparelse?)

Hva mener du om / hvordan ser du på dette?

Jeg er enig i alle punktene du ramser opp her, jeg personlig har hatt litt utfordringer med aktivitetsskollisjoner/byggekonflikter, dette fordi jeg ikke helt har forstått hvordan denne funksjonen fungerer i Synchrono.

**8. Hvilke svakheter/utfordringer har 4D planlegging i dag? Gi eksempler**

- Det er vanskelig for enhver man å bruke programvaren.
- Alle må ha eierskap til planen slik at de forstår gangen i det.
- Programvaren er ikke feilfri.

**9. Hvis vi skulle implementere 4D planlegging (Synchrono) i alle Veidekkes byggeprosjekter, hvilke utfordringer og kompetansebehov ser du?**

- Her ville det vært utfordringer med at ikke alle klarer å bruke programvaren på det nivået som kanskje kreves.

**10. Hvordan kan 4D planlegging kombineres med IP for et enda bedre resultat?**

- Slik jeg jobber så bruker vi til tider planen for å se byggeprosessen før den skal bygges. Dette gir alle en veldig god forståelse av hvordan ting skal skje og i hvilken rekkefølge. Man klarer da å forutse faremomenter, og utføre arbeidet på en sikker og god måte.

## Vedlegg I: E-post intervju - Intervjuobjekt E7 (27.03.18)

### 1. Hva er din bakgrunn og nåværende stilling?

- Utdanning og tidligere relevante arbeidserfaringer?
  - o Svennebrev tømrer, teknisk fagskole, fagskole BIM.
- Nåværende stilling og antall år du har jobbet i Veidekke?
  - o BIM-tekniker. Ca 2 år
- Hvor god kjennskap har du til, og hvor mange års erfaring med involverende planlegging (IP) i Veidekke?
  - o Kjenner god til det. I overkant av ett års erfaring. Jobber til daglig med fremdriftsplanlegging i prosjekt hvor IP brukes som arbeidsmetodikk.
  - o Deltar i en gruppe som utvikler IP-veileder med tilhørende kurs for IP planlegging med bruk av Synchro som verktøy.

### 2. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?

(Kompetanse? Dårlig kommunikasjon? Lite involvering? Uoversiktlige og kortsiktige fremdriftsplaner? Aktivitetskollisjon? Verktøy? Andre, i så fall hva?)

- Formenn / andre prosjektdeltagere som i hovedsak har sin rolle ute på byggeplass er verdensmestere til å «fikse ting». Når ting fikses ute uten at det besluttes i IP møter må bemanningen for å fikse disse tingene tas fra et sted. Dette har ofte konsekvens for allerede planlagte aktiviteter hvor bemanning «lånes» fra. Alle entreprenørene i prosjektene har nok mye å gå på ift. Kommunikasjon rundt fremdrift.
- Verktøyene som brukes (Synchro / MS Project) forutsetter litt over middels pc kunnskaper hvis de skal utnyttes til det fulle. Ikke alle stiller likt her.
- Beslutninger er også en utfordring. Både byggherrer, konsulenter og entreprenører har en tendens til å dra det til siste stund før beslutninger tas. Dette kan så igjen påvirke fremdrift og planlegging hvis andre skal ta en beslutning basert på en tidligere beslutning.

### 3. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanlegging løser IP i dag?

- Når IP funker bruker det erfaringer og kunnskap fra alle deltagere i prosjektene. Det er jo tross alt elektrikerer som vet mest om elektro osv. dette skal jo i utgangspunktet gi en mer fullverdig plan på et tidlig tidspunkt.

### 4. Hvilke svakheter har IP? Har du hatt negative erfaringer med IP?

- IP forutsetter at alle deltagere forstår og ønsker å dra ut effekten av det. IP stiller større krav til både UE og VD. Vi må tørre å «ta i» nok på tiden som settes av men samtidig unngå å ta i for mye. UEer kan fort «henge seg opp» i datoer og bruke «arbeidsdatoer» som argument i senere diskusjoner. Likeledes kan «lite involvering» brukes som argument hvis det blir en sprekke i planen hvor en UE er ansvarlig for sprekken.
- Det er også en utfordring at alle tolker arbeidsmetodikken litt forskjellig. Siden det ikke finnes en fullgod «abc-mal» (dette er nok også vanskelig å få til da alle

prosjekter er forskjellige) blir det ikke gjennomført likt fra prosjekt til prosjekt. Når prosjektorganisasjonene i tillegg endres fra gang til gang vil det også medføre noen utfordringer rundt gjennomføringen.

**5. Benytter du 4D planlegging til fremdriftsplanlegging? Hvis ja, hvilket program bruker du, og hvor lenge har du brukt det?**

- Vi benytter Synchro til planleggingen. Har brukt programvaren i overkant av et år.

**6. Hvordan/til hvilket formål bruker du 4D planlegging i dag?**

- Bruker 4D i hovedsak til visualisering av fremdriftsplanen. Ser at når 4D modellen er oppdatert er dette et veldig illustrativt verktøy. I tidligfase brukte vi det også en del til visuell kontroll av fremdrift (er det områder det skjer veldig mye på en gang, er det områder det ikke skjer noe, ser det som er planlagt fornuftig ut?).

**7. Undersøkt litteratur om 4D planlegging viser at dette verktøyet har mange potensielle styrker (se punktene under).**

4D planlegging bidrar til:

- Bedre prosjektplanlegging?
  - o Ja, hvis programvarekompetansen er tilstede og det settes av tid til å bruke 4D modulen i programmet. Det tar lenger tid å holde en 4D fremdriftsplan oppdatert enn en uten.
- Gir større forståelse av avhengighetene mellom arbeidsoppgavene?
  - o Ja, når modellen er oppdatert finnes det ikke tvil om f.eks hvilken vegg det er snakk om i fremdriftsmøter. For mindre aktører som kun er inn på prosjektet over en kort periode og ikke har akseinnstillingen fremst i panna er dette et veldig illustrativt verktøy. Min erfaring er at det spesielt i grunnarbeids-, og råbyggfasen er et kjempe verktøy.
- Mindre aktivitetsskollisjoner og byggekonflikter?
  - o Det er absolutt lettere å se aktivitetsskollisjoner i 4D enn i gantt.
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan føre til bedre sikkerhet på byggeplassen?
  - o Ja, forutsatt at det foreligger en fullgod og oppdatert riggmodell som kobles inn i 4D fremdriftsplanen.
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan gi økonomiske besparelser? (Mindre kvalitetskostnader? Byggefeil? Tidsbesparelse?)
  - o En godt planlagt fremdrift kan absolutt gi økonomiske besparelser. Hvis en får dratt full nytte av 4D så kan dette bidra til en godt planlagt fremdrift ja.

Hva mener du om / hvordan ser du på dette?

**8. Hvilke svakheter/utfordringer har 4D planlegging i dag? Gi eksempler**

- Det er viktig å tenke på at 4D også bare er et verktøy. Det er lett å tenke at når det dukker opp et nytt verktøy så vil dette «gjøre jobben for deg». Men som med alle andre verktøy er kvaliteten på det som kommer ut avhengig av kvaliteten på det som puttes in. «Shit in, shit out».

**9. Hvis vi skulle implementere 4D planlegging (Synchro) i alle Veidekkes byggeprosjekter, hvilke utfordringer og kompetansebehov ser du?**

- For det første tror jeg vi er avhengig av at programvaren har norsk brukergrensesnitt slik at vi slipper å bruke tid på å oversette, dette kan nok virke skremmende for mange.
- Vi må nok også sette opp prosjektorganisasjonen på en annen måte slik at det blir tid til å holde 4D modellen oppdatert. 4D verktøyet gir mer tilbake men det krever også mer inn.
- Det er også en utfordring, så lenge programvaren er ny, at UEer kan bruke «ny programvare» som et argument i diskusjoner rundt utfordringer i fremdrift.

**10. Hvordan kan 4D planlegging kombineres med IP for et enda bedre resultat?**

- Ved visualisering kan vi være tryggere på at alle deltagere er med og forstår oppgaven / hva det snakkes om.

## Vedlegg J: Personlig intervju - Intervjuobjekt P1 (28.02.18)

### 1. Hva er din bakgrunn og nåværende stilling?

- Utdanning og tidligere relevante arbeidserfaringer?
  - o Har vært tømrer i 4år, og deretter begynt på teknisk fagskole innenfor BIM
- Nåværende stilling og antall år du har jobbet i Veidekke?
  - o Er driftsleder / BIM-koordinator på prosjektet i Vitaminveien 11
  - o Har vært ansatt hos Veidekke ca. 10 år, der 3 av årene har vært i Oslo
- Hvor god kjennskap har du til, og hvor mange års erfaring med involverende planlegging (IP) i Veidekke?
  - o God kjennskap til IP. Har rundt 2 års erfaring.
  - o Bruker IP på prosjektet på Vitaminveien 11. Bruker det på bas-møtene sammen med Synchro.
  - o Har tatt mange kurs innenfor Synchro, og er også med på å lage et nytt kurs om Synchro som heter «Modul 2B»

### 2. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?

(Kompetanse? Dårlig kommunikasjon? Lite involvering? Uoversiktlige og kortsiktige fremdriftsplaner? Aktivitetskollisjon? Verktøy? Andre, i så fall hva?)

- Erfaringsmessig så er det kollisjoner på plan
- Det skjer uforutsigbare endringer på byggeplass. Bygget vi jobber med er litt spesiell siden det skal bygges en kinosal midt i bygget, og det skal leveres slutten av mars. Den korte tiden gjør at mange av fagfolkene våre fra UE blir omdirigert til å ferdigstille kinosalen. Slike situasjoner er vanskelig å forutse og planlegge.
- Av og til så er det vanskelig for fagarbeiderne å se hvor på fremdriftsplanen det er snakk om på møter. Det har skjedd at fagarbeidere i etterkant av møter spør hvilke bygningsdeler eller aktivitet som skal gjøres. En konsekvens av misforståelse er vi må rive og bygge på nytt. Mange fagarbeidere snakker bare engelsk, og da hjelper det å ha modeller, tegninger som gjør det lettere for fagarbeiderne å forstå planen. I de fleste tilfelle dette oppstår er når Gantt-diagrammer brukes. Gantt-diagram er lett å følge med hvis det er få avhengigheter mellom aktivitetene, men så fort det blir mange blir det vanskelig. Jeg har også opplevd flere ganger på møter, der jeg spør om de er ferdig med en aktivitet. Svarer jeg får er ja, men når jeg viser dem modellen, så viser det seg at bare 80% er ferdigstilt.
- I møter brukes det både med 4D-modeller og uten. I møtene med kun fremdriftsplan har jeg sett at flere ikke forstår eller henger med. Men når det brukes 4D-modeller skjønner flere omfanget, og hva som skal bygges. Dette gjelder ikke bare fagarbeidere, men også nyutdannede som har lite kjennskap til produksjon. I 4D-modeller er det mulig å fargekode ulike faggrupper, og det gjør det lettere å se og forstå hvilke oppgaver som skal gjøres.

### **3. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanlegging løser IP i dag?**

- Hvis man klarer å bruke IP ordentlig, så får man en sjekklister, og man klarer å se forutsetningene.
- Mulighet til å sjekke at de og de aktivitetene er på plass og hva som mangler.
- Man får de ulike faggruppene inn i planleggingen, slik at de føler eierskap i det og forplikter seg i forhold til planen.
- Lager en fremdriftsplan sammen

### **4. Hvilke svakheter har IP? Har du hatt negative erfaringer med IP?**

- Får flere til å bruke det. Ikke alle som bruker det, så det gjør det litt vanskelig å få de andre til å bruke det også. IP har blitt brukt i over 10 år men det har vært litt vanskelig med å implementere inn i Veidekke, slik at alle bruker det.
- Hvis man ikke bruker 3D modell ved siden av Gantt-diagram kan det være vanskelig å følge med, men hvis man kobler det med 4D BIM så får man et løft på det.
- I noen tilfeller klarer ikke basene å holde fristen. Vi har oppstartsmøter og faseplan møter der vi blant annet bruker lappeteknikk. Da kommer baser og sier sin formening om hvor lang tid de trenger til de ulike aktivitetene. De sier den tiden de trenger, samtidig som vi prøver å styre tiden slik at det ikke bruker for lang tid. Da kan de ikke i ettertid si at de ikke kan levere til den datoen, siden de selv har satt en frist. I tillegg er alt dokumentert i møter, så da må de forholde seg til fristene. Men det har skjedd at folk ikke klarer å holde til seg fristen.

### **5. Benytter du 4D planlegging til fremdriftsplanlegging? Hvis ja, hvilket program bruker du, og hvor lenge har du brukt det?**

- Ja, vi bruker Synchro
- Jeg har brukt Synchro ca. 3 år
- Jeg vil si at jeg er en av de som har mest kjennskap til Synchro i Veidekke

### **6. Hvordan/til hvilket formål bruker du 4D planlegging i dag?**

- Fremdriftsplanlegging
- Startfasen
- Brukes i bas-møtene, og prøver å få den inn i driftsmøtene nå også. I driftsmøtene planlegges det 3-9 uker fram i tid, og i bas-møter så planlegger vi noen uker frem i tid. (1-2 uker)
- Bruker det i faseplan i forhold til etasje, oppgang, fag og rekkefølge for å visualisere hvor folk skal jobbe og gå.
- Vi startet med Synchro, også falt det ut litt av prosjektet. Vi lagde hoved fremdriftsplanen i MS Project. Da jeg kom inn i prosjektet ville jeg bruke Synchro. Hotell og boliger på prosjektet bruker Synchro. Har også prøv å bruke Synchro flere ganger på kinoen også men på grunn av dårlig tid og kunnskap så ble det MS Project.

## 7. Undersøkt litteratur om 4D planlegging viser at dette verktøyet har mange potensielle styrker (se punktene under).

4D planlegging bidrar til:

- Bedre prosjektplanlegging?
  - Det gjør det absolutt. Gjennom visualisering får vi bedre forståelse, og man ser hva man planlegger. Man kan si at det bygges en gang før på pc-en, før det virkelig bygges. Det er mulig å teste ulike metoder å bygge på, ved å lage ulike visuelle alternativer på hvordan man kan bygge. Da kan man slå på flere visualiseringer/ filmer og man kan se styrker og svakheter visuelt. Man får luket vekk det med risiko tidligere, og lette forståelse av alle fagene. F. eks kan man se hvor mange kraner det er plass, og om man har nok krankapasitet til de ulike aktivitetene.
  - Det mye man ikke ser i et Gantt-diagram når man planlegger, for eksempel planlegging av stillaser, men det gjør man i 4D.
  - Det er optimalt man kan sjekke i 2 uker fram i tid, og se visuelt hvor de skal jobbe, og planlegge utstyr som trengs til det arbeidet.
  - Kan bruke det til å sjekke hvor mange brakker det er plass til f. eks
- Gir større forståelse av avhengighetene mellom arbeidsoppgavene?
  - Ja, man ser rekkefølgen. Det spørres hvor detaljert man vil gjøre det. Man kan lage 4D planen slik at man absolutt ser det, men hvis man bruker soner så ser man ikke det så detaljert.
  - Synchro har også noe som heter Synchro Work Group. Det er en ekstra programvare i Synchro der den gir alle deltakere tilgang til 4D-modellen. Fra denne kan alle deltakere se aktiviteter og oppgaver visuelt gjennom modellen knyttet til fremdriftsplanen. Dette skaper bedre forståelse
  - Mye bedre forståelse i råbygget hvis man klarer å lage en god nok 4D plan. Da vil man klare å løse mange av aktivitetsskollisjonene som kan oppstå i motsetning til MS Project. Men da er det viktig at man bruker modellen og at den er god nok.
- Mindre aktivitetsskollisjoner og byggekonflikter?
  - Ja, går mye av det samme som er sagt tidligere. Man får kræsjskontroll gjennom visualisering.
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan føre til bedre sikkerhet på byggeplassen?
  - Ja. Vi har en video der vi viser hele riggplassen, da får de et bilde over hvor ting skal være, og hvor de ikke skal være. Altså mulighet til å visualisere sikkerhetssoner og faresoner. For eksempel kan det sees at man ikke skal jobbe under der det jobbes med prefabrikkerte elementer over. Når man ser på riggplanen gjennom en video, så får man en gjenskap når man er ute på riggplassen.
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan gi økonomiske besparelser? (Mindre kvalitetskostnader? Byggefeil? Tidsbesparelse?)

- Ja jeg mener det, hvis man bruker det fullt ut. Jeg mener at prosjekteringsplan, drifts- og fremdriftsplan bør ligge i samme plan (Synchro), og at alt er linket i 3D. Da kan man kontrollere alle mot det samme.
- Synchro har noe som heter Synchro Site. Det lager filter i Synchro, typisk 3 uker frem i tid, også kan man gå ut på byggeplassen og kunne sende inn beskjeder på hvor langt de har kommet på de ulike aktivitetene eller dokumentere via appen Synchro Site, Denne appen er tilgjengelig på nettbrett. Istedenfor å huske eller skrive på en lapp så kan man gjøre det på en app, og det synkroniseres automatisk. På denne måten slipper man å gjøre dobbelt arbeid, og sparer tid. En veldig grei måte å kontrollere og sjekke fremdrift på arbeider.
- Dersom vi har fått beskjed om avvik fra byggherren og vi mener det er feil avvik kan vi dokumentere dette gjennom informasjonen vi får gjennom Synchro Site. Hvis det er bilder i tillegg så er det enda bedre dokumentasjon.
- Synchro Workgroup Project er en veldig grei programvare som gir alle deltakere tilgang i 4D BIM modellen. Hvis vi har programmet så kan UE også gratis benytte «Synchro Open Viewer», så de kan følge med fremdriften. Hvis de kobler seg til nettbrettet så kan de rapporter og rapportere til oss. Dette er veldig greit.
- Blir man mer attraktiv av byggherre av å bruke 4D i anbudskonkurransen?
  - Det tror jeg. Jeg tror vi har vunnet flere anbud ved visualisere. Det viser at man har gjennomtenkt hele byggeprosessen, og ikke bare lager en fremdriftsplan. Statsbygg setter veldig pris på at man viser faktisk bygget, og at man bruker modeller. Men det begynner å bli veldig vanlig for Veidekke nå å levere anbud men en 4D. Det er flere og flere som kommer etter. (Se vedlagt vedlegg)
- Synchro har en funksjon der man kan kalkulere et grovt kostnadsberegning på prosjektet, brukes dette?
  - Har sett litt på det, men bruker ikke det. Neste steget er kanskje å koble til kostnaden.

Hva mener du om / hvordan ser du på dette?

## **8. Hvilke svakheter/utfordringer har 4D planlegging i dag? Gi eksempler**

- Det er få som kan programmet ordentlig. Jeg tror kanskje jeg er en av de beste i Synchro, og jeg kan bare ca. 10% av programmet.
- Programmet kan bli enklere. Jeg er kjent med programmet men for andre som ikke har brukt det, kan det være litt mye å sette seg inn i. Det finnes mange funksjoner som kan gjøre arbeidet enklere, bare at man ikke kan det ennå. Jeg kan bare 10% av programmet, de neste 20% kommer til å forenkle alt arbeidet jeg har gjort. Det er mye man kan automatiseres.
- Det tar mye tid å linke aktivitetene. I 4D modellen vår så har vi ikke detaljert den opp slik at alle aktiviteter er linket opp til 3D modellen. Vi har f. eks ikke linket opp alle rør til den og den tiden, for det tar for lang tid. Vi lagde heller soner i hver leilighet, og deretter linket fag til de sonene. Ytterveggene linkes det helt vanlig,



mens de innvendige arbeidet linket med soner. Veldig mye er også linket innvendig også men årsaken for at vi ikke gjør det lenger er fordi når ytterveggen er oppe så er det ikke så lett å se innvendig.

- Det som tar tid, er når man linker når fremdriftsplanen er ferdig. Hvis man gjør det i en operasjon så det ikke noe ekstra tid å linke. Det som de fleste gjør er at de planlegger planen først også linker. Det tar tid, men hvis man linker samtidig som man planlegger, så er jobbet allerede gjort. Jeg mener at Synchron er bygd opp slik at du skal lage en fremdriftsplan etter modellen og ikke motsatt. Det er det lureste mener jeg.
- Et eksempel på utbedring av programmet kan f. eks være at man har en modell der aktiviteter og elementer er kodet i etasjer, også kan man eksportere det inn i et program. Fra dette så får du 3-4 forslag på en plan på hvordan det kan bygges, og dette ferdig linket til aktivitetene. Videre kan man endre på det man er uenig med og ta det beste forslaget, og jobbe videre med det. Dette hadde gjort arbeidet mye lettere.

#### **9. Hvis vi skulle implementere 4D planlegging (Synchron) i alle Veidekkes byggeprosjekter, hvilke utfordringer og kompetansebehov ser du?**

- Det største utfordringen er at det er skremmende for folk. Mange har lite vilje til å prøve nye verktøy.
- Utfordringen er å få folk til å lære seg et nytt program.
- Når vi kommer til kompetansebehovet så er det generell modell kompetanse og en generell planleggings kompetanse. Dette hvis man skal bruke Synchron.
- Da jeg begynte på Veidekke så var det slik at ledelsen valgte et prosjekt i hvert distrikt som skulle kjøre fullt ut med IP. Det var for å tvinge folk til å bruke det. Mange unge ville bruke det, mens de eldre bruker fortsatt Excel og ukeplanlegger.
- I prosjektene til veidekke da jeg begynte så brukte de MS Project men siden jeg brukte Synchron på skolen ville jeg også bruke det på i Veidekke også. Det fikk jeg lov til, og flere ble mer interessert i det.
- Hvis man skal bruke 4D, så man ikke gjøre det for avansert, man må gjør det enkelt men at det er forståelig. Hvis man vil så kan man gjøre det detaljert men det tar uker. Det viktigste er at man skiller aktiviteter med farger, hvor folket jobber og at det skaper flyt. Det er ikke så viktig å vise at veggene vokser.
- Vi har kurser i Veidekke:
  - o Modul 1 som er om involverende planlegging
  - o Modul 2 som er om MS Project
  - o Modul 2b som er om Synchron. Den er ikke helt ferdig ennå men blir mest sannsynlig ferdig til sommer 2018.
  - o Modul 3 som er om juss rundt fremdriftsplanlegging
- En annen utfordring er å få folk til å sette seg inn i planen. Hvis man sender ut en fremdriftsplan ut, så er det sikker bare under 50% som ser på den.

## **10. Hvordan kan 4D planlegging kombineres med IP for et enda bedre resultat?**

- At Synchron blir brukt
- Kombinasjon mellom IP og 4D gjør at folk skjønner hva vi snakker om
- Mulighet for å visualisere fremdriftsplan og risiko.
- Mulighet til å koble til logistikk hvis man ønsker det. F. eks at man har trange plasser så kan man få frem hvor de kjører, når de kommer
- Kombinasjon mellom IP og 4D planlegging er fremtiden. Det er slik man kommer til å planlegge i fremtiden mer og mer av.

## Vedlegg K: Personlig intervju - Intervjuobjekt P2 (23.02.18)

### 1. Hva er din bakgrunn og nåværende stilling?

- Utdanning og tidligere relevante arbeidserfaringer?
  - o Bachelor i bygg fra HIST, master i ledelse av teknologi (TØH/HIST)
  - o 4 år i Reinertsen som prosjekt økonom.
- Nåværende stilling og antall år du har jobbet i Veidekke?
  - o Anleggslederassistent – 2 år.
- Hvor god kjennskap har du til, og hvor mange års erfaring med involverende planlegging (IP) i Veidekke?
  - o Har grunnleggende kjennskap til IP, har vært med å lage alle planer i prosjektet sammen med UE'er og egne. 2 års erfaring.

### 2. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?

(Kompetanse? Dårlig kommunikasjon? Lite involvering? Uoversiktlige og kortsiktige fremdriftsplaner? Aktivitetskollisjon? Verktøy? Andre, i så fall hva?)

- Involvering av alle fag. Det må være riktig person som er med å planlegge og vi må forplikte oss til planen.
- Dårlig kommunikasjon og involvering av fag. Vi opplever at folk ikke forplikter seg til fremdriftsplanen, og at de ikke holder fristene sine selv om de er med å planlegge. En mulig årsak til dette kan være fordi at personen som er med å planlegge på møter ikke er selve personen som utfører jobben, men er en prosjektleder. Og hvis prosjektlederen ikke klarer å kommunisere godt nok med de utførende, kan det resultere med at arbeiderne ikke får nok tid og da skapes det forsinkelser videre i prosjektet.
- Det er ikke alle fagarbeidere som forstår fremdriftsplanen. For noen så ser de bare på planen uten å tenke videre fremover eller når de har frister. De har heller ikke kunnskapen til å bruke fremdriftsplanen så de får utbytte av det. Den eneste plassen de ser på fremdriftsplan er på bas-møtene. Alle har tilgjengelighet til planen gjennom en gratis utgave av Synchro som heter Synchro Open Viewer, men det er ikke mange som har lastet den ned. Alle vet om planen og det er tatt opp i bas-møtene. Jeg tror det har mye med interessen med det, og at de ikke aktivt går inn i planen selv utenom bas-møtene.
- Hver mandag så har vi møter med de ulike fagene. Først har vi et lagsmøte også har vi et bas-møte. I bas-møtene tar vi opp saker 1 til 3 uker frem i tid.
- Tiden som planlegges blir tapt, når planen ikke blir brukt som den skal

### 3. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanlegging løser IP i dag?

- At de som skal utføre arbeidet er med og planlegger slik at de får eierskap i planen. Det er veldig ofte de som utfører arbeidet som vet best hvor mye tid de trenger til å utføre arbeidet, så da skal vi i utgangspunktet klare å lage en plan som er gjennomførbar og som de forplikter seg.

- Hvis en sier at han skal klare å gjøre jobben innen 10 dager, så kan han ikke i ettertid si at det ikke går. På den måten må de holde det de sier, og i den grad forplikter seg til planen.
- IP gjør at vi klarer å løse utfordringer sammen som et team. Det var en gang vi fant ut at en rekkefølge vi planlagte på starten i funket allikevel. Da gikk alle faggruppene sammen igjen, og lagde en ny rekkefølge som fungerte. Jeg synes det var veldig bra at vi klarte å omstille oss og forbedre oss sammen.
- Mer involvering i planlegging

#### **4. Hvilke svakheter har IP? Har du hatt negative erfaringer med IP?**

- Her skal alle i utgangspunktet å ha vært med å si noe om hvor mye tid de skal bruke, og når de ikke klarer å følge den kan det være demotiverende for de andre, og noen kan føle at vi ikke forplikter oss lengere.
- Det er kanskje ikke en svakhet men jeg legger merke til at ikke alle forplikter seg til planen. Det er jo ikke slik at absolutt alle sammen er med å planlegge. Det er jo slik at basen representerer fagarbeiderne, og da hender det at noen ikke forplikter seg så mye. Hvis en eller flere ikke følger planen, kan det gi en veldig dårlig påvirkning for alle andre som følger planen. Hvis denne dårlige trenden smitter over til flere, så vil det tilslutt bare føre til at ingen følger planen, og han som planlegger føler at det er bortkastet tid og unødvendig.
- Vi opplever noen ganger at de som er med å planlegge ikke har nok myndighet til å endre forutsetninger. Det kan f. eks være at vi må øke bemanningen med en mann til for å komme i mål, også tas dette opp i møtet men basen. Men når vi kommer til byggeplassen så er det ikke nok bemanning, fordi basen ikke har myndighet til å innhente en mann til. Årsaken kan være at basen tar opp til sjefen sin, og sjefen sier at det har vi ikke råd til det. Da kommer de til byggeplassen uten ekstra bemanning. Dette skjer oftest med UE som er innleid.

#### **5. Benytter du 4D planlegging til fremdriftsplanlegging? Hvis ja, hvilket program bruker du, og hvor lenge har du brukt det?**

- Vi bruker Synchron. Har kun brukt det i dette prosjektet (ca. 2 år)

#### **6. Hvordan/til hvilket formål bruker du 4D planlegging i dag?**

- Vi har laget vår hovedfremdriftsplan i Synchron. Modellen er derimot kun brukt i råbyggsfasen (betong og graving). Planen blir i hovedsak brukt i bas-møter hver mandag hvor vi skal diskutere fremdriften på bygget de neste 1 til 3 ukene.
- Vi brukte 4D-modellen i større skala i oppstartsfasen, men etter det så har vi bare brukt Synchron til å planlegge.
- Vi har prøvd å bruke Synchron til riggplan, men planen endrer seg for mye og for fort. At en skal sitte og jobbe med å oppdatere filen synes jeg ikke er hensiktsmessig.
- Driftsmøter

## 7. Undersøkt litteratur om 4D planlegging viser at dette verktøyet har mange potensielle styrker (se punktene under).

4D planlegging bidrar til:

- Bedre prosjektplanlegging?
  - 4D-planlegging bidrar til bedre planlegging hvis prosjektet er optimal. Altså hvis man har en god 4D-modell før byggeprosjektet starter. Det skjer ofte at man begynner å produsere før planer er ferdig prosjektert. Hvis man jobber med en 4D-modell i Synchron som ikke er helt ferdig prosjektert, så vil man få mange elementer og bygningsdeler som er synlige selv om det ikke er utført. Dette kan være veldig forvirrende, og for å gjøre den usynlig så en koble dem til noe. Det krever veldig mye arbeid å få planen og modellen ordet slik at vi kan bruke det. Så spørsmålet er om man skal orke å bruke tiden på å fikse, og oppdatere det.
  - Det er også lettere for flere å involvere seg når de ser hva som foregår visuelt, enn bare hva som vises i et Gantt-diagram. Når det åpnes en plan med mange linjer så vil halvparten bare se bort og mister fokuset.
  - Hvis vi hadde en ferdig utarbeidet grovt plan, kunne vi lage en mer detaljert plan når tiden nærmer seg.
- Gir større forståelse av avhengighetene mellom arbeidsoppgavene?
  - Et av problemene med en fremdriftsplan er at ikke alle skjønner eller orker å sette seg inn i planen. Her kan den visuelle fremstillingen hjelpe veldig da man ser at fremdriften går videre og at neste fag er avhengig av ditt arbeid for å få gjort sitt.
- Mindre aktivitetsskollisjoner og byggekonflikter?
  - En del kollisjoner blir lettere å se på grunn av det visuelle, da spesielt i faser hvor det er store bygningselementer som skal inn. Det blir verre i faser hvor fag holder på veldig tett og delvis overlappende og arbeidsoppgavene er veldig små.
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan føre til bedre sikkerhet på byggeplassen?
  - Det at man enklere ser at for eksempel utgravingen med store maskiner pågår veldig nært betongarbeiderne eller at det er planlagt arbeid under elementmontasje i et område.
  - Kan være enklere å planlegge riggen i forhold til hvor det pågår aktiviteter, og på den måten legge bedre til rette for avfallshåndtering (miljøplanlegging). F. eks hvis det jobbes i to forskjellige steder. Skal man legge riggen langt unna begge aktivitetene, eller skal det ligge nær det ene og langt unna den andre aktiviteten. Det er lettere å forutse når man har det visuelt foran seg.
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan gi økonomiske besparelser? (Mindre kvalitetskostnader? Byggefeil? Tidsbesparelse?)
  - Hvis vi kan redusere uproduktiv tid/urasjonell drift, så er det store økonomiske besparelser i det. I tillegg burde vi klare å plukke opp tidligere

korrekt rekkefølge på arbeidsoppgavene slik at vi unngår å gå tilbake og «fjerne» arbeid som allerede er gjort.

- Kvalitetsfeil og byggefeil går i større grad på detaljer, og personlige feil. Så det vil ikke føre til mindre kvalitetsfeil eller byggefeil ved bruk av Synchrono.

#### Hva mener du om / hvordan ser du på dette?

- Den største fordel er at en kan se ting visuelt, og at det blir lettere å oppdage farer og avvik.
- En stor fordel med programmet er at man kan vise riggen i ulike faser.
- Lett tilgjengelig for UE gjennom Synchrono Open Viewer.

#### **8. Hvilke svakheter/utfordringer har 4D planlegging i dag? Gi eksempler**

- Vanskelig å bruke når elementer blir for små og det blir for mye samtidighet på bygget. F. eks i boligprosjekter der det er mange små enheter, er det vanskelig å visualisere de forskjellige aktivitetene som foregår. Hvis vi skal fargekode fagene i hver enhet, vil modellen ende til slutt som et juletre fordi enhetene er så tett inntil hverandre. Vi klarer ikke å finne ut hvordan vi kan visualisere dette, og om det er hensiktsmessig å gjøre det. Derfor har vi valgt å gå vekk fra modellen etter råbyggfasen. Det ble brukt Solibri til å vise detaljer istedenfor Synchrono fordi det er lettere å snitte og vise detaljer.
- Tidkrevende å vedlikeholde planen. Hvis man skal linke alle stikkontaktene i modellen vil det ta mye tid. Ser ikke nytten med det, og det er lettere å gjøre det i Solibri.
- Vi startet å lage 4D-modellen i detaljnivå, men etter tid så oppdaget vi at det tok for mye tid og arbeid å oppdatere den. Vi har også opplevd at vi planlegger arbeid lang tid i forveien, men når det nærmer seg så hender det at basen ønsker å gjøre ting på andre måter. Derfor har vi ikke detalj planlagt i Synchrono. Vi legger heller rom for basen slik at han kan planlegge arbeid når tiden nærmer seg. Basen vet best hvordan gutta jobber så det beste er å la han planlegge sitt eget arbeid så lenge vi kommer oss i mål.
- Det er også veldig tidkrevende hvis jeg skal legge inn detaljerte arbeidsoppgaver, og samtidig linke dem til 3D-modellen hver uke etter en basemøte. Jeg ser ikke hensikten med det.
- Det kan være vanskelig å involvere alle i opprettelse av planleggingen siden så få er kjent med programvaren og hvordan man bruker den. Når jeg er borte så er det ingen som kan gjøre noe med Synchrono planen.
- Alle UE har tilgang til Synchrono planen så er det ikke mange som går inn i den. Det kan være at de ikke føler har kjennskap og kunnskap til å bruke det. Det er kanskje en liten barriere for Synchrono. Hadde det vært et Excel-ark så hadde det mest sannsynligvis vært flere som brukte planen. Fordi de fleste vet hvordan man bruker Excel.
- Vanskelig å se detaljer inne i modellen. Spesielt i et lite boligprosjekt er det f. eks vanskelig å se når kjøkkenet skal være montert bak veggen. Man ser ikke det som

er innvendig fra utsiden. Er det nødvendig å visualisere kjøkkenet da? Derfor har vi bare fargekodet aktiviteter eller fag.

**9. Hvis vi skulle implementere 4D planlegging (Synchro) i alle Veidekkes byggeprosjekter, hvilke utfordringer og kompetansebehov ser du?**

- Den største utfordringen er å gi alle kompetansen som kreves for å lage og vedlikeholde en Synchro-plan. Det er ny programvare som må læres og flere har ikke interesse av dette.
- Må skape engasjement til å bruke nye verktøy.

**10. Hvordan kan 4D planlegging kombineres med IP for et enda bedre resultat?**

- Gjøre det enklere for de som skal planlegge å se hva de faktisk skal gjøre. Det kan være vanskelig å vurdere mengder ut fra bare ren tekst, men når man får se det visuelt er det lettere å si noe om tidsforbruket.
- Kombinasjon av 4D og IP gjør det lettere å vise avhengigheter, farer og kollisjoner i en arbeids rekkefølge.

## Vedlegg L: Personlig intervju - Intervjuobjekt P3 (22.03.18)

### 1. Hva er din bakgrunn og nåværende stilling?

- Utdanning og tidligere relevante arbeidserfaringer?
  - o Utdannet innen IT, jobbet i entreprenør bransjen siden 2001
  - o Jobbet i Reinertsen
- Nåværende stilling og antall år du har jobbet i Veidekke?
  - o Prosjektkoordinator – tilrettelegger involverende planlegging, 3 år
  - o Jobber med IP – tilrettelegging for den måten vi planlegger og produserer på
- Hvor god kjennskap har du til, og hvor mange års erfaring med involverende planlegging (IP) i Veidekke?
  - o 3år i Veidekke (12år totalt)

### 2. Hvilke utfordringer har vi i fremdriftsplanlegging i dag?

(Kompetanse? Dårlig kommunikasjon? Lite involvering? Uoversiktlige og kortsiktige fremdriftsplaner? Aktivitetskollisjon? Verktøy? Andre, i så fall hva?)

- Avklaring mellom drift og prosjektering. Planer og detaljer er ikke ferdig i tide før produksjonen starter.
- Arbeid ferdigstilles ikke i tide.
- Når prosjekter blir kompliserte, hender det at planer er uoversiktlige og skaper misforståelser

### 3. Hvilke utfordringer i fremdriftsplanlegging løser IP i dag?

- Skaper mer involvering gjennom omvendt møtestruktur, og arbeidsdeling i tid.
- Skaper forpliktelser og løfter som man forholder seg til.
- Bedre flyt i produksjon gjennom hindringsanalyse

### 4. Hvilke svakheter har IP? Har du hatt negative erfaringer med IP?

- Den største utfordringen med IP er at ledere må tørre å gi fra seg ansvar, og stole på at personen som har fått utdelt en arbeidsoppgave klarer å gjennomføre det. Det skjer ofte at ledere ikke stoler på personer som har fått utdelt en oppgave, og dermed retter for mye fokus på andres arbeidsoppgaver enn sine egne. Men det handler ikke om å bare gi ansvar og stole på personen blindt. Arbeidet må følges opp, og kontrolleres om det faktisk gjennomføres og lykkes. Det har skjedd tidligere der folk bare har gitt ansvar og rolle uten at det følges opp, og dette førte bare til mer arbeid.
- IP handler mye om å involvere, planlegge, og løse problemer sammen. Hvis dette plutselig utgår, eller at de ikke får den samme grad av behandling, kan IP plutselig virke mot sin hensikt. Folket blir misfornøyd, forsterker problemet, skaper dårlig stemning og det blir dårlig drift. Dette oppstår fordi de har fått en dårlig vane av å få arbeid planlagt, ordnet og at alt er på plass.



**5. Benytter du 4D planlegging til fremdriftsplanlegging? Hvis ja, hvilket program bruker du, og hvor lenge har du brukt det?**

- Har ikke mine egne prosjekter, og bruker ikke Synchro.
- Har vært med å 4D-planlegge i ulike prosjekter, der jeg kommer med innspill og strategier.

**6. Hvordan/til hvilket formål bruker du 4D planlegging i dag?**

-

**7. Undersøkt litteratur om 4D planlegging viser at dette verktøyet har mange potensielle styrker (se punktene under).**

4D planlegging bidrar til:

- Bedre prosjektplanlegging?
  - o Ja, det er lettere å forutse og se hindringer i tidligere stadier gjennom visualisering.
- Gir større forståelse av avhengighetene mellom arbeidsoppgavene?
  - o Enig
- Mindre aktivitetskollisjoner og byggekonflikter?
  - o Enig
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan føre til bedre sikkerhet på byggeplassen?
  - o Ja, spesielt til riggplan. Når man ser ting i 4D, vil man lettere oppdage mulige potensielle endringer, farer og HMS utfordringer. F. eks endringer i veier og områder som er stengt.
- Bedre koordinering og prosjektplanlegging som kan gi økonomiske besparelser? (Mindre kvalitetskostnader? Byggefeil? Tidsbesparelse?)
  - o Med en 4D-modell som visualiserer riggplassen, antall flytt, og hvor mye samtidige ressurs som kommer inn, kan det gi bedre bilde og forutsigelse på aktiviteter. Det kan gi masse besparelser, men man må også vurdere energien og tiden som brukes for å utarbeide en 4D-modell. Det er ikke plasser det er lønnsomt å bruke 4D. Det må være etter en viss størrelse på prosjektet.

Hva mener du om / hvordan ser du på dette?

**8. Hvilke svakheter/utfordringer har 4D planlegging i dag? Gi eksempler**

- Tids- og kostnadskrevende å vedlikeholde plan og modell. Det å ha en detaljert 4D-modell er bra og nyttig, men det kreves mye tid og arbeid i det. En vurdering på kostnad og nytte må alltid gjøres. Det er ikke alltid det er nødvendig å detalj planlegge, fordi vi har dyktige fagarbeidere som vet hvordan ting skal gjøres. Unntaket på det er hvis det er viktige detaljer, eller avklaringer som fagarbeidere må vite på forhånd.
- Plan og 4D-modell som ikke er fullstendig før produksjon

**9. Hvis vi skulle implementere 4D planlegging (Synchro) i alle Veidekkes byggeprosjekter, hvilke utfordringer og kompetansebehov ser du?**

- Vanskelig overgang for eldre å benytte seg et nytt verktøy
- Kostnadsøkning på grunn av utstyr som støtter Synchro. F. eks pc og skjerm
- Trenger flere folk som kan programmet, og klarer å vedlikeholde det

**10. Hvordan kan 4D planlegging kombineres med IP for et enda bedre resultat?**

- 4D-modellen må utarbeides sammen med folk fra produksjonen for å redusere sjansen for feil og avvik. Det har skjedd at vi får plan eller modell som vi i produksjonen må endre i ettertid, fordi det ikke samsvarer med vår måte å jobbe på.
- En fulltidsstilling som kan programmet godt, og som oppdaterer plan og 4D-modell.
- Det må være et minimums størrelse på prosjektet