

Kai Harald Sundkvist Nicolaisen

# **Anvendelse av Last Planner System ved fremdriftsplanlegging**

Knyttet til gjennomføring av  
renoveringsprosjekter

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk  
Veileder: Olav Torp

Februar 2022



Kai Harald Sundkvist Nicolaisen

# **Anvendelse av Last Planner System ved fremdriftsplanlegging**

Knyttet til gjennomføring av renoveringsprosjekter

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk  
Veileder: Olav Torp  
Februar 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Kunnskap for en bedre verden



# Forord

Denne masteroppgaven er den avsluttende delen av mitt masterstudium ved institutt for Bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet – NTNU, og er skrevet i forbindelse med emnet TBA4910 Prosjektledelse, masteroppgave, høsten 2021. Denne oppgaven er en videreføring av fordypningsprosjektet (Nicolaisen, 2021), utarbeidet i emnet TBA 4531 Prosjektledelse, Fordypningsprosjekt.

Oppgavens tema har bakgrunn i min tidlige arbeidserfaring som rivningsarbeider der jeg, gjennom mitt studium innen prosjektledelse i forbindelse med bygg og anlegg, begynte å vurdere mine praktiske erfaringer fra et administrativt- og planleggingsperspektiv. Dette fanget raskt min interesse for hvordan planleggingsprosessene ved renoveringsprosjekter utføres i praksis, og hvordan dette virker på produksjon.

Formålet med denne oppgaven er å belyse entreprenørens erfaringer ved bruk av planleggingsystemet Last Planner System i forbindelse med renoveringsprosjekter. Innen dette temaet fokuseres det på bruken av LPS ved fremdriftsplanleggingen av produksjon, og om denne metodikken har en effekt på flyt og forutsigbarhet under produksjon. For å belyse dette temaet er det gjennomført et litteratur og observasjonsstudium, samt en enkelt-case undersøkelse av et ferdigstilt renoveringsprosjekt i Trondheim der Veidekke hadde rollen som totalentreprenør. I forbindelse med case undersøkelsen er en intervjuundersøkelse og dokumentanalyse utført.

En stor takk rettes til min hovedveileder Olav Torp, som har gitt meg god og konstruktiv veiledning gjennom arbeidet med denne oppgaven. Jeg ønsker også å rette en stor takk til min venn og medelev Faustin Machozi, for gode diskusjoner og tilbakemeldinger.

Det rettes også en stor takk til min familie som motiverte meg til å jobbe gjennom denne oppgaven til tross for tunge og utfordrende perioder. Jeg ønsker spesielt å rette en stor takk til min tante, Reidun Nicolaisen, som har kommet med gode råd gjennom oppgaveskrivingen med tålmodighet og god kaffe.

Avslutningsvis ønsker jeg å rette en stor takk til Veidekke, og informantene som stilte seg tilgjengelig til undersøkelsen.

Leknes, 10 februar 2022



Kai Harald Sundkvist Nicolaisen

# Sammendrag

Å benytte seg av eksisterende bygg i form av ombygging og bygningsrenovering har den siste tiden fått økende oppmerksomhet. Det vil være et fremtidig behov for å redusere energiforbruket til eksisterende bygg, eksempelvis gjennom en renoveringsprosess. Med den økende oppmerksomheten knyttet til bygningsrenovering er det også et økende behov for å optimalisere produktiviteten ved gjennomføringen av slike byggeprosjekter. I forkant av denne oppgaven ble det utført en litteratur- og intervjuundersøkelse i forbindelse med et fordypningsprosjekt, der det ble forsøkt belyst hva utførende anser å være hovedutfordringen ved gjennomføring av renoveringsprosjekter. I fordypningsprosjektet kom det frem at problematikken i all hovedsak var knyttet til den iboende usikkerheten i forbindelse med byggets befatning, samt renoveringsprosjekters prosjektspesifikke forhold. Dette resulterte i at delprosesser som fremdriftsplanlegging, kostnads-, tids og omfangsestimering, samt kost- og tidskontroll, ble ansett som utfordrende.

I denne oppgaven er det forsøkt belyst hva som kan være en potensiell tilnærming for å håndtere problematikken knyttet til renoveringsprosjekter, der det i litteraturen blant annet er vist til planleggingsystemet Last Planner System (LPS). I forbindelse med dette temaet er følgende problemstilling formulert; *Hvilke erfaringer har Veidekke med Last Planner System (LPS) ved fremdriftsplanlegging av renoveringsprosjekter, og hvilken effekt har LPS på forutsigbarheten og flyten under produksjon.*

For å belyse problemstillingen nærmere er følgende forskningsspørsmål utarbeidet;

- Hva er LPS og hvordan er plansystemet benyttet i praksis sett fra utførende sitt perspektiv?
- Hva må legges til grunn for optimalisering av fremdriftsplanlegging ved renoveringsprosjekter?
- Hvordan kan fremdriftsplanleggingen tilpasses renoveringsprosjekters komplekse og usikre forhold?

For å belyse problemstillingen og de tilhørende forskningsspørsmålene, er et kvalitativt undersøkelsesopplegg benyttet, der et litteratur- og observasjonsstudium, og en enkelt-case undersøkelse er utført. Casen som er undersøkt i denne oppgaven er et ferdigstilt renoveringsprosjekt i Trondheim, med navn MAX-bygget, der Veidekke hadde rollen som totalentreprenør. I forbindelse med MAX-bygget er fire intervjuer, samt en dokumentanalyse, gjennomført. Tre planleggingsmøter tilknyttet produksjon av et pågående nybygg, med navn Alo, der også Veidekke har rollen som totalentreprenør, ble observert. Selve Alo-prosjektet er ikke av interesse i forbindelse med oppgavens problemstilling, bare planleggingsmøtene i seg selv.

De funn som er gjort gjennom undersøkelsesopplegget viser at Veidekke benytter seg av en videreutviklet versjon av LPS, betegnet som Involverende Planlegging (IP). Basert på resultatene fremstår det som tydelig at det ved fremdriftsplanleggingen innen IP er lagt mer vekt på involverings- og samhandlingsprinsippet mellom prosjektets aktører, samt en kontinuerlig oppfølging av aktivitetenes sunnhetsgrad, til sammenligning med LPS. Hovedelementene og -prinsippene innen IP legger i teorien til grunn de prosjektspesifikke suksessfaktorene som er knyttet til renoveringsprosjekter. De funn som er gjort i forbindelse med MAX-bygget viser derimot at evnen og ressursene en har til å etterfølge prinsippene og elementene innen LPS og eller IP, avhenger av de forutsetninger som legges til grunn innledningsvis i prosjektet. Basert på intervjuene og dokumentanalysen ble den

overordnede tidsrammen for MAX-bygget for kort og urealistisk, prosjekterende var ikke kommet langt nok i sin prosess da produksjonen ble påbegynt, samt at usikkerhetsmomentene knyttet til byggets befatning ble ikke tatt tilstrekkelig i betraktning innledningsvis i planleggingen. Dette medførte at enkelte av prinsippene innen IP ikke ble fulgt ved prosjektgjennomføringen, og en rekke uforutsette usikkerhetsmomenter dukket opp under produksjon, som dermed måtte håndteres fortløpende da de oppsto. Til tross for dette var den kontinuerlige samhandlingen og kommunikasjonen mellom prosjektets aktører, som muliggjøres gjennom Veidekke sin videreutvikling av LPS, en avgjørende faktor for at MAX-bygget ble ferdigstilt til gitt tid.

Med utgangspunkt i de overnevnte funn som er gjort i forbindelse med MAX-bygget kan det dermed konkluderes med at planleggingssystemet LPS, ene og alene ikke kan øke forutsigbarheten og arbeidsflyten under produksjon ved gjennomføringen av renoveringsprosjekter, da virkningen av å benytte LPS også avhenger av at en tar de prosjektkarakteristiske trekkene i betraktning fra det tidspunktet prosjektet initieres

# Abstract

The use of existing buildings in the form of building conversion and refurbishment has recently received increasing attention, as there is a future need to reduce the energy consumption of existing buildings, for example through a renovation process. With the increasing attention associated with building renovation, there is also a growing need to optimize productivity in the implementation of such construction projects. Prior to this thesis, a literature and interview survey were conducted in connection with a specialization project, in which an attempt was made to shed light on what the actors considers to be the main challenge when carrying out renovation projects. In the specialization project, it emerged that the main problem was related to the inherent uncertainty in connection with the state of the building, as well as the project-specific conditions of renovation projects. This resulted in sub-processes such as progress planning, cost, time and scope estimation, as well as cost and time control, being considered challenging.

In this thesis, an attempt has been made to shed light on what can be a potential approach to dealing with the problems associated with renovation projects, where the literature refers, among other things, to the planning system Last Planner System (LPS). In connection with this theme, the following problem is formulated; What experience does Veidekke have with the Last Planner System (LPS) when planning progress of renovation projects, and what effect does LPS have on the predictability and flow during production. In this thesis, an attempt has been made to shed light on what can be a potential approach to dealing with the problems associated with renovation projects, where the literature refers, among other things, to the planning system Last Planner System (LPS). In connection with this theme, the following research questions are formulated; What experience does Veidekke have with the Last Planner System (LPS) when planning progress of renovation projects, and what effect does LPS have on the predictability and flow during production.

To shed more light on the problem, the following research questions have been posed;

- What is LPS and how is the planning system used in practice one from the contractors perspective?
- What must be used as a basis for optimizing progress planning for renovation projects?
- How can progress planning be adapted to the complex and uncertain conditions of renovation projects?

In order to shed light on the problem and the associated research questions, a qualitative research design has been used, in which a literature and observational study and a single-case study have been carried out. The case examined in this thesis is a completed renovation project in Trondheim, called the MAX-bygget, where Veidekke had the role of turnkey contractor. In connection with MAX-bygget, four interviews, as well as a document study, were conducted. The observation study dealt with the observation of three planning meetings associated with the production of an ongoing new building, named Alo, where Veidekke also has the role of turnkey contractor. The Alo project itself is not of interest in connection with the thesis' problem, only the planning meetings.

The findings made through the survey plan indicate that Veidekke uses a further developed version of LPS, referred to as Involving Planning. Based on the results, it is clear that in the progress planning within IP, more emphasis has been placed on the principle of



involvement and interaction between the project's actors, as well as a continuous follow-up of the activities' degree of soundness, in comparison with LPS.

The main elements and principles within IP are in theory based on the project-specific success factors associated with renovation projects. The findings made in connection with MAX-bygget, on the other hand, indicate that one's ability to follow the principles and elements within LPS and or IP depends on the assumptions that are initially used in the project. Based on the interviews and document analysis, the overall time frame for the MAX building was too short and unrealistic. Designers were not going far enough in their process when production had begun, and the uncertainties associated with the state of the building were not taken into sufficient consideration initially in the planning; This meant that some of the principles within IP were not followed in the project implementation, and a number of unforeseen uncertainties arose during production which thus had to be dealt with continuously when they arose. Despite this, the continuous interaction and communication between the project's actors, which is made possible through Veidekke's further development of LPS, was a decisive factor in the MAX-bygget being completed on time.

Based on the above findings made in connection with the MAX-bygget, it can thus be concluded that the planning system LPS, alone cannot increase the predictability and workflow during production when carrying out renovation projects, as the effect of using LPS also depends on that one takes the project characteristics into account from the time the project is initiated.



# Innhold

|  |    |
|--|----|
| Forord.....  | i  |
| Sammendrag .....   | ii |
| Abstract .....   | iv |
| Figurer .....  | x  |
| Tabeller .....   | x  |
| Forkortelser .....   | xi |
| Introduksjon .....   | 1  |
| 1.1  Bakgrunn for problemstilling .....                          | 1  |
| 1.2  Problemstilling og målformulering .....                     | 2  |
| 1.2.1  Forskningsspørsmål .....                                  | 3  |
| 1.3  Avgrensninger .....   | 3  |
| 1.4  Oppgavens struktur .....                                    | 4  |
| 2  Metode .....  | 5  |
| 2.1  Metodisk tilnærming .....                                   | 5  |
| 2.1.1  Validitet og reliabilitet .....                           | 6  |
| 2.1.2  Problemstillingens formulering og formål.....             | 6  |
| 2.1.3  Valg av forskningsopplegg.....                            | 7  |
| 2.1.4  Fremgangsmåte for undersøkelse.....                       | 8  |
| 2.2  Litteraturstudiet .....                                     | 9  |
| 2.2.1  Innhenting av litteratur og teori .....                   | 9  |
| 2.2.2  Strategi for litteratursøk.....                           | 10 |
| 2.2.3  Evaluerings av innsamlet litteratur og teori .....        | 11 |
| 2.2.4  Styrker og svakheter .....                                | 12 |
| 2.3  Observasjonsstudium.....                                    | 13 |
| 2.3.1  Observasjonsform .....                                    | 13 |
| 2.3.2  Hendelsen som ble observert og observeringsprosessen..... | 14 |
| 2.3.3  Styrker og svakheter .....                                | 15 |
| 2.4  Casestudie .....  | 15 |
| 2.4.1  MAX-bygget .....  | 16 |
| 2.5  Intervjuundersøkelse .....                                  | 18 |
| 2.5.1  Intervjuets struktur og utforming .....                   | 18 |
| 2.5.2  Valg av informanter .....                                 | 19 |
| 2.5.3  Styrker og svakheter .....                                | 20 |
| 2.6  Dokumentundersøkelse.....                                   | 20 |
| 2.6.1  Prosess for dokumentundersøkelse.....                     | 20 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.6.2 | Styrker og svakhet .....  | 21 |
| 2.7   | Håndtering av innsamlet data .....  | 22 |
| 2.7.1 | Innholds- og prosessanalyse.....  | 22 |
| 3     | Teoretisk Rammeverk.....  | 24 |
| 3.1   | Byggeprosessens inndeling i faser og prosesser .....  | 24 |
| 3.2   | Plan og styringsprosesser .....   | 26 |
| 3.2.1 | Pull og Push-planlegging .....  | 27 |
| 3.2.2 | Tradisjonelle planleggingsrinsipper og -metoder.....  | 28 |
| 3.3   | Sentrale elementer ved fremdriftsplanlegging .....  | 32 |
| 3.3.1 | Flyt og forutsigbarhet .....  | 32 |
| 3.3.2 | Usikkerhetsstyring gjennom planleggingsprosessen .....  | 34 |
| 3.3.3 | Kommunikasjon og samspill .....   | 36 |
| 3.4   | Karakteristiske trekk ved gjennomføring av renoveringsprosjekter .....                                  | 38 |
| 3.4.1 | Definisjon av begrepet bygningsrenovering .....   | 38 |
| 3.4.2 | Prosjektkarakteristikker og suksessfaktorer .....   | 39 |
| 3.5   | Last Planner System (LPS) .....   | 42 |
| 3.5.1 | Funksjoner og plannivåer innen LPS .....  | 43 |
| 3.5.2 | Innvolverende Planlegging (IP) .....  | 45 |
| 3.5.3 | Begrensninger knyttet til anvendelsen av LPS .....  | 46 |
| 4     | Resultater .....  | 48 |
| 4.1   | Funn gjort gjennom observasjon, Alo-bygget.....   | 48 |
| 4.1.1 | Observasjon av faseplanmøte .....   | 48 |
| 4.1.2 | Ukesplan-møte .....   | 49 |
| 4.1.3 | Lags-møte.....  | 50 |
| 4.2   | Funn gjort i forbindelse med MAX-bygget.....  | 52 |
| 4.2.1 | Hva er LPS og hvordan har Veidekke benyttet seg av plansystemet? .....                                  | 52 |
| 4.2.2 | Hva må legges til grunn for optimalisering av fremdriftsplanlegging ved renoveringsprosjekter? .....    | 54 |
| 4.2.3 | Hvordan kan fremdriftsplanleggingen tilpasses renoveringsprosjekters komplekse og usikre forhold? ..... | 57 |
| 5     | Diskusjon.....  | 59 |
| 5.1   | Hva er LPS og hvordan er plansystemet benyttet i praksis? .....   | 59 |
| 5.2   | Hva må legges til grunn for optimalisering av fremdriftsplanleggingen ved renoveringsprosjekter? .....  | 64 |
| 5.3   | Hvordan kan fremdriftsplanleggingen tilpasses renoveringsprosjekters komplekse og usikre forhold? ..... | 69 |
| 6     | Konklusjon og videre arbeid .....   | 72 |
|       | Referanser.....   | 74 |

Vedlegg .....80

# Figurer

|   |    |
|---|----|
| Figur 1, Strategisk lesning, (Wohlin, 2014, s. 4).....  | 11 |
| Figur 2, før (venstre) og etter (høyre) bildet av MAX-bygget, (Aakervik, 2019) .....  | 16 |
| Figur 3 Organisasjonskart Totalentreprise. Utarbeidet i samarbeid med prosjektleder og anleggsleder. ....                                     | 17 |
| Figur 4 Byggeprosessens delprosesser, (Eikeland, 1999, s.22). ....  | 24 |
| Figur 5 Byggeprosessens delfaser, (Eikeland, 1999, s.34).....   | 25 |
| Figur 6, Tradisjonell push-planlegging, (Ballard, 2000, s. 3-12).....   | 27 |
| Figur 7 plansystemet for pull-planlegging, (Ballard, 2000, s. 3-15). ....   | 28 |
| Figur 8 prosjektnedbrytningsstruktur med tilhørende plannivå, (Rolstadås et al., 2020, s.166).....  | 29 |
| Figur 9 usikkerhetsutvikling, (Samset, 2014, s.60). ....  | 35 |
| Figur 10 Usikkerhets- og kostnadsutvikling, (Eikeland, 1999, s. 37).....  | 35 |
| Figur 11 Prosessbeskrivelse for usikkerhetsstyring, (Torp, Karlsen og Johansen, 2008, s.20), opprinnelig fra (Chapman og Ward 2003) .....     | 36 |
| Figur 12, illustrasjon av renoveringsprosjekters generelle usikkerhetsutvikling (Nicolaisen, 2021), inspirert av (Eikeland. 1999. s.35) ..... | 39 |
| Figur 13 oversikt over systemets fire elementer, (Kalsaas, 2017). ....  | 43 |
| Figur 14, Lappeteknikk i forbindelse med ALU-prosjektet. Egenprodusert foto av Kai Harald Nicolaisen, 22.10.21). ....                         | 48 |
| Figur 15, sammenkoblingen mellom plannivå og møtестruktur, fremskaffet av IP-veilederen fra Veidekke lagt med i vedlegg B. ....               | 53 |
| Figur 16, Plan- og møtестruktur, fremskaffet av IP-veilederen fra Veidekke lagt med i vedlegg B. ....   | 53 |
| Figur 17 fremdriftsplanenes grad av endring. Egenprodusert etter analyse av MAX-prosjektets plandokumenter. ....                              | 55 |
| Figur 18 Max-Prosjektets faseinndeling. Hentet fra prosjektets organisasjonsplan, lagt med i vedlegg D. ....                                  | 56 |

# Tabeller

|   |    |
|---|----|
| Tabell 1, Strategisk søk og søkeresultat, Egenprodusert .....   | 10 |
| Tabell 2 Vurderingskriterier, beskrevet i henhold til Overland, (2018) .....  | 11 |
| Tabell 3, Observasjonsoversikt, egenprodusert.....  | 14 |
| Tabell 4 oversikt over informanter, egenprodusert .....   | 19 |
| Tabell 5 Oversikt over prosjektkarakteristikk, egenprodusert .....  | 40 |
| Tabell 6 Suksessfaktorer knyttet til renoveringsprosjektet, (Nicolaisen, 2021), basert på (Hussein, 2016, s.60) ..... | 41 |
| Tabell 7, Plan- og møtестruktur, bygger på (Aslesen og Bølviken, 2017).....   | 46 |
| Tabell 8, Oppsummering av erfaringer gjort ved bruk av IP, bygger på (Aslesen og Bølviken, 2017, s. 133) .....        | 46 |

# Forkortelser

- AOA - Activity On Arc
- AON - Activity On Node
- ARK - Arkitekt
- BIM - Building Information Modeling
- CPM - Critical Path Method
- IP - Involverende Planlegging
- LPS - Last Planner System
- PERT - Program Evaluation and Review Technique
- PM - Project Management
- PPM - Production Project Management
- PPU - Prosent Planlagt Utført
- RIB - Rådgivende Ingeniør Bygg
- SWOT – Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
- TVD - Target Value Design
- WBS - Work Break Down Structure

# Introduksjon

Min interesse for oppgavens tema startet i løpet av de siste fire årene da jeg hadde sommerjobb som rivningsarbeider. Bakgrunnen for denne oppgaven er i utgangspunktet de erfaringene jeg har gjort meg innen sanerings- og renoveringsprosjekter. Det ble ved flere tilfeller erfart under rivningsarbeider, at bygget ikke var i slik tilstand som vi som rivningsarbeidere først fikk beskjed om. Etter hvert som jeg opparbeidet meg praktisk erfaring innen rivningsarbeider, begynte jeg å stille meg selv spørsmål om hvorfor vi stadig vekk møtte på slike utfordringer? Gjennom studiene på NTNU innen prosjektledelse ved institutt for Bygg og Miljøteknikk, vokste min interesse for planleggingsprosessene i bygge bransjen generelt og renoveringsbransjen spesielt. Jeg lurte på hva som var årsaken til denne problematikken og hvordan dette eventuelt håndteres gjennom planleggingsprosessene. Dette arbeidet begynte med fordypningsoppgaven (Nicolaisen, 2021) der jeg forsøkte å kartlegge hva entreprenør anser for å være hovedutfordringene ved gjennomføring av bygningsrenoveringer. I denne oppgaven belyses hva som kan være potensielle løsninger ved de identifiserte utfordringene.

## 1.1 Bakgrunn for problemstilling

Å benytte seg av eksisterende bygningsmasse, enten dette er i form av dagligdags boligoppussing eller en mer omfattende renoverings/ombyggings prosess, er en naturlig del av en bygnings livssyklus. De siste tjue årene har dette temaet fått økede oppmerksomhet, blant annet med tanke på energieffektivisering av eksisterende bygninger (Jensen og Maslesa, 2015). En stor andel av eksisterende bygninger er bygget på et tidspunkt da det ikke ble stilt like strenge krav til energiforbruk og klimagassutslipp sammenlignet med dagens krav. Det vil dermed være et fremtidig behov for å redusere byggenes energiforbruk, eksempelvis gjennom renoveringsarbeider. Dette er også et relevant tema der byggets opprinnelige bruksområder ikke lenger er dekkende, og der en gjennom en ombyggingsprosess ser muligheter for å endre/tilpasse byggets bruksområder (Eikeland, 1999). Ved å benytte seg av eksisterende bygningsmasser sparer en også miljøet for en betydelig mengde klimagassutslipp, ettersom en betydelig mengde av klimagassutslippene innen bygge bransjen er et resultat av produksjon og transport av byggematerialer (Bygg21, 2018).

Med det økende behovet for gjenbruk og ombruk av eksisterende bygg eller bygninger, er det også et økende behov for å bedre produktiviteten under produksjon av slike byggeprosjekter. Det er også kjent at byggenæringen generelt er preget av redusert produktivitet (Knotten, Lædre og Hansen, 2017), dette er spesielt fremtredende innen bygningsrenovering (Neve og Wandahl, 2018). Hovedårsaken til dette ligger ofte i den eksisterende bygningen og det tilhørende usikkerhetsbildet som entreprenører må forholde seg til gjennom byggeprosessen. Det kan være betydelige usikkerhetsmomenter knyttet til byggets befatning, som i en rekke tilfeller ikke belyses før rivningsarbeidet påbegynnes. Renoveringsarbeider er i tillegg svært prosjektspesifikke ettersom renoveringsarbeider utføres på ulike sektorer innen byggenæringen, eksempelvis industri og næringsbygg, boligkomplekser, sykehus og lignende. Dette gjør at hvert renoveringsprosjekt krever en tilnærming som er tilpasset hvert enkelt prosjekts



spesifikke forhold og karakter (Kemmer og Koskela, 2014). I dette usikkerhetsbildet knyttet til byggets befatning og dets prosjektspesifikke forhold, ansees prosesser som fremdriftsplanlegging, omfangs-, kost- og varighetsestimering av prosjekterings- og produksjonsaktiviteter, samt kost og tidskontroll, til å være svært utfordrende. Dette kan komme til syne under produksjon i form av redusert forutsigbarhet og arbeidsflyt.

Som en potensiell tilnærming til denne problematikken viser (Kemmer og Koskela, 2014) til metodikker og teoretiske rammeverk innen Lean Construction filosofien som et relevant rammeverk. Lean Construction har sine røtter i Lean Production, et system utviklet av Toyota i 1950-tallet med den hensikt å øke produktiviteten og redusere sløsing i bilindustriens produksjonssystem (Primayuda, Hatmoko og Hermawan, 2019). Prinsippene innen Lean Construction skiller seg fra tradisjonell prosjektgjennomføring og planlegging ved at en gjennom byggeprosessen kontinuerlig identifiserer og eliminerer uproduktive aktiviteter, reduserer grad av variasjon i arbeidsflyt, samt at en på et tidlig stadium fokuserer på og tilrettelegger for tilstrekkelig involvering og samspill mellom prosjektets aktører (Ghosh og Burghart, 2021). Metoder innen Lean Construction er godt utprøvd og dokumentert innen nybyggprosjekter og har resultert i positive resultater i form av økt produktivitet og effektivitet under produksjon, men er i liten grad benyttet innen bygningsrenoveringer (Bryde og Schulmeister, 2012; Kemmer og Koskela, 2014). Kemmer og Koskela argumenterer for at Lean filosofien er å anse som et passende teoretisk rammeverk for håndtering av den karakteristiske usikkerheten og kompleksiteten en opplever ved gjennomføring av renoveringsprosjekter. Her vises det til metodikker og systemer som Last Planner System (LPS), Target Value Design (TVD), Production System Design, Visual Management osv.

Planleggingsystemet LPS ansees av (Koskela *et al.*, 2002) til å være en av kjerneideene innen Lean Construction, og benyttes i forbindelse med fremdriftsplanlegging i forkant av produksjon. Hovedhensikten med Last Planner er å skape en forutsigbar flyt ved produksjon av byggeprosjekter generelt (Kalsaas, 2017). Dette oppnås gjennom å følge prinsipper og hovedelementer som utgjør LPS, som jeg går nærmere inn på i kapittel 3.5.1. LPS er et kjent metodisk rammeverk innen den norske byggenæringen og benyttes blant annet av entreprenører som Veidekke og Skanska, men ingen av aktørene betegner det som LPS. Veidekke kaller denne metodikken for Involverende Planlegging (IP) og Skanska har i sin organisasjon gitt LPS navnet Trimmet Bygging, men til tross for ulike betegnelser er det en videreutvikling av LPS. I denne oppgaven undersøkes hvordan Veidekke benytter prinsippene innen LPS i forbindelse med renoveringsprosjekter, og hvilke effekter dette har på de karakteristiske utfordringene en ofte opplever under produksjon av slike prosjekter.

## 1.2 Problemstilling og målformulering

Formålet med masteroppgaven er å undersøke entreprenørens erfaringer ved bruk av LPS som metode i forbindelse med renoveringsprosjekter. Innen dette temaet fokuseres det på bruken av LPS ved fremdriftsplanleggingen av produksjon, og om denne metodikken har en effekt på flyt og forutsigbarhet under produksjon.

I denne oppgaven tar jeg for meg følgende problemstilling;

*Hvilke erfaringer har Veidekke med Last Planner System (LPS) ved fremdriftsplanlegging av renoveringsprosjekter, og hvilken effekt har LPS på forutsigbarheten og flyten under produksjon.*

### 1.2.1 Forskningsspørsmål

For å belyse problemstillingen nærmere er følgende forskningsspørsmål utarbeidet i samråd med veileder;

FS1: Hva er LPS og hvordan er plansystemet benyttet i praksis sett fra utførende sitt perspektiv?

FS2: Hva må legges til grunn for optimalisering av fremdriftsplanlegging ved renoveringsprosjekter?

FS3: Hvordan kan fremdriftsplanleggingen tilpasses renoveringsprosjekters komplekse og usikre forhold?

## 1.3 Avgrensninger

Denne oppgaven er avgrenset til et ferdigstilt renoveringsprosjekt, ved navn MAX-bygget, og delvis et pågående nybyggprosjekt ved navn Alo-prosjektet. Veidekke hadde og har rollen som totalentreprenør i begge prosjektene. Begge prosjektene befinner seg i Trondheim, Max-bygget ved Tempeveien og Alo-prosjektet ved Sluppen. I forbindelse med problemstillingen er det hovedsakelig gjennomføringen av MAX-bygget som er av interesse. Alo-prosjektet er undersøkt bare for å kunne direkte observere hvordan LPS er benyttet i praksis av Veidekke, men er ikke undersøkt i forbindelse med renoveringsaspektet av problemstillingen. Begge prosjektene undersøkes fra utførende sitt perspektiv, da Veidekke med rollen som totalentreprenør.

Med utgangspunkt i problemstillingen er det først og fremst fremdriftsplanleggingen av produksjonen som vektlegges, og ikke hvorvidt MAX-bygget var økonomisk lønnsomt eller ikke. En lang rekke former og metodikker for fremdriftsplanlegging av byggeprosjekter er utviklet og utbredt i dagens bygge bransje, som blant annet lokaliseringsbasert planlegging, kritisk kjede og taktplanlegging. I denne oppgaven er metodikker og plansystemer i forbindelse med fremdriftsplanlegging avgrenset til planleggingssystemet LPS og tradisjonelle planleggingsformer og -metodikker som CPM. Dette kommer av oppgavens begrensning i tid og omfang.

## 1.4 Oppgavens struktur

Kapittel 1; I dette kapitlet beskrives den faglige bakgrunnen for problemstillingen, samt bakgrunn fra egen praktisk erfaring fra byggenæringen. Deretter presenteres oppgavens problemstilling med tilhørende forskningsspørsmål, samt oppgavens avgrensninger.

Kapittel 2; I dette kapitlet presenteres undersøkelsesopplegg med tilhørende forskningsmetoder som er anvendt for å belyse problemstillingen, der valg av metode og undersøkelsesopplegg er begrunnet. Kapitlets struktur er inspirert av (Nygård, 2019) og (Nicolaisen, 2021). En nærmere beskrivelse av casen som undersøkes i denne oppgaven er gitt, samt metodenes iboende styrker og svakheter.

Kapittel 3; I dette kapitlet legges til grunn det teoretiske grunnlaget for oppgaven som er samlet inn gjennom et litteraturstudiet. Det teoretiske grunnlaget tar for seg fem følgende hovedtemaer; byggeprosessens inndeling i faser og prosesser, plan- og styringsprosesser, sentrale elementer ved fremdriftsplanlegging, renoveringsprosjekters karakteristiske trekk, og en gjennomgang av LPS.

Kapittel 4; I dette kapitlet presenteres de funn som er gjort gjennom intervjuundersøkelsen og dokumentanalysen i forbindelse med caseundersøkelsen, samt de funn gjort gjennom observasjonsstudiet som knyttes til hvordan LPS benyttes i praksis. Funn som er knyttet til caseundersøkelsen er strukturert etter problemstillingens forskningsspørsmål, og funn gjort i forbindelse med observasjonsstudiet er presentert og strukturert etter møtene som er observert.

Kapittel 5; I dette kapitlet diskuteres de funn som er gjort i forbindelse med caseundersøkelsen, samt observasjonsstudiet, opp imot det teoretiske grunnlaget.

Kapittel 6; I dette kapitlet belyses problemstillingen basert på de momenter som er diskutert med utgangspunkt i de funn gjort i forbindelse med caseundersøkelsen og observasjonsstudiet. Til slutt er det diskutert videre forskningsområder i forbindelse med fremdriftsplanlegging av renoveringsprosjekter.

Vedlegg; Alle vedlegg som er benyttet i oppgaven er samlet i en egen vedlagt fil.

## 2 Metode

I dette kapitlet presenteres den metodiske tilnærmingen benyttet for å belyse oppgavens problemstilling. Ettersom denne oppgaven er en videreføring av fordypningsoppgaven (Nicolaisen, 2021), er den metodiske tilnærmingen i denne oppgaven også basert på Dag Ingvar Jacobsen sin beskrivelse av samfunnsvitenskapelig metode (Jacobsen, 2015). Problemstillingens utforming og formål, samt den metodiske tilnærmingen følger samme gang, men undersøkelsen er i denne oppgaven av større omfang. Begrunnelse for problemstillingens formulering og metodisk tilnærming under kapittel 2.1.1 og 2.1.2 er dermed basert på og hentet ut av (Nicolaisen, 2021). Med større omfang siktes det til at det i denne oppgaven følges et forskningsopplegg i form av en enkelt-case undersøkelse hvor undersøkelsesmetoder som intervju, observasjon og dokumentundersøkelse er benyttet. Undersøkelsesmetodene beskrevet under delkapittel 2.2, litteraturstudie og delkapittel 2.5, intervjudelen, er også benyttet i fordypningsoppgaven og dermed basert på (Nicolaisen, 2021), men tilpasset problemstillingen og omfanget av masteroppgaven.

### 2.1 Metodisk tilnærming

(Jacobsen, 2015) beskriver en metodisk tilnærming som en systematisk og strategisk fremgangsmåte for innsamling og analyse av informasjon med formål å frembringe gyldig og troverdig kunnskap om virkeligheten, altså empiri. Metoden en benytter for å samle data, samt typen data det siktes etter, kan hovedsakelig deles inn i kvalitativ og kvantitativ form (Dalland, 2020). Kvalitative data kommer i form av ord og anvendes der en ønsker å undersøke et tema i dypere forstand og belyse temaets nyanser ved å ta for seg et fåtall av undersøkelsesenheter (Jacobsen, 2015). Gjennom kvalitative metoder er tilegnet informasjon hovedsakelig basert på menneskers tolkninger og erfaringer knyttet til en situasjon eller tema (John W. Creswell og Creswell, 2018). (Jacobsen, 2015) påpeker at kvalitativ metode er best egnet til å besvare problemstillinger som er beskrivende og åpent formulert, der det ikke legges begrensede føringer for innsamling av data. Dette kan gjøres gjennom metoder som observasjonsstudium, intervjuundersøkelser, dokumentundersøkelse, samt analyse av lyd- og videoopptak.

Ved en kvantitativ undersøkelse benyttes data i form av tall for å belyse en problemstilling. I henhold til (Jacobsen, 2015) er en kvantitativ undersøkelse best egnet til å undersøke et fenomen i et bredere perspektiv med fokus på flere enheter. En slik undersøkelse er best egnet til å besvare en relativt konkret og lukket problemstilling. I forkant av en kvantitativ undersøkelse kartlegges variabler og elementer som skal måles, hvor det dermed legges klare føringer for undersøkelsesopplegget før undersøkelsen gjennomføres.

### 2.1.1 Validitet og reliabilitet

Ved en undersøkelse der en samler inn empiri/data for å besvare et spørsmål eller problemstilling, er det å ta stilling til empiriens grad av validitet og reliabilitet en avgjørende del av undersøkelsen (Samset, 2014). Begrepet validitet viser til hvorvidt den empirien som er samlet inn er gyldig og relevant, og reliabilitet viser til i hvilken grad empirien er pålitelig og troverdig (Jacobsen, 2015).

Innen vitenskapelig metode skilles det mellom intern og ekstern gyldighet (Jacobsen, 2015). Førstnevnte sikter til hvorvidt de konklusjoner en trekker har dekning i empirien som er samlet inn. I henhold til (Dahlum, 2021) forutsetter høy validitet at en har kontroll på hvorvidt den empirien en har samlet inn er representativ i forhold til de faktiske forhold. Empiriens eksterne gyldighet går på om den empirien som er samlet inn bare er gjeldende for den spesifikke situasjonen som undersøkes, eller om dette også er gjeldende i andre sammenhenger (Jacobsen, 2015). Det sier med andre ord noe om hvorvidt de funn som er gjort er generaliserende eller ikke.

Reliabilitet sier noe om troverdigheten til den innsamlede empirien, altså om undersøkelsen som er benyttet for innsamling av empiri er til å stole på (Jacobsen, 2015). Undersøkelsens reliabilitet sier noe om hvorvidt en vil få tilnærmet samme resultat dersom den gjennomføres flere ganger av for eksempel andre forskere. I henhold til (Samset, 2014) sikres reliabiliteten til undersøkelsen ved at det ikke er knyttet noen feil til undersøkelsen.

### 2.1.2 Problemstillingens formulering og formål

Som beskrevet under kapittel 1.2 tar denne oppgaven for seg følgende problemstilling;

*Hvilke erfaringer har Veidekke med Last Planner System ved fremdriftsplanlegging av renoveringsprosjekter, og hvilken effekt har dette på forutsigbarheten og flyten under produksjon.*

For å belyse dette er en metodisk og systematisk fremgangsmåte benyttet, og er strukturert etter (Jacobsen, 2015) sin beskrivelse av samfunnsvitenskapelig metode. Hvordan en innledningsvis går frem i denne prosessen starter med formuleringen av problemstillingen og dens formål. Dette legger føringer for hvilke undersøkelsesopplegg, informasjonstype og metodeutforming som er best egnet til å innhente valid og troverdig empiri for å belyse problemstillingen. Problemstillingen er formulert med den hensikt å være åpen fremfor lukket, beskrivende fremfor forklarende og eksplorerende fremfor testende. Gjennom problemstillingens formuleringen er det forsøkt å ikke legge spesifikke begrensninger for informasjonen som samles inn. Dette fordi byggeprosjekter er en menneskestyrt prosess ofte preget av komplekse og usikre forhold. I henhold til (Kalsaas, 2017) er det ingen sertifisert eller offisiell versjon av LPS. Dette fordi sentrale aktører innen Lean Construction-miljøet anser plansystemet til å være et tankesett og prinsipper som er under stadig utvikling. Hvordan LPS benyttes og potensielle effekt, vil dermed avhenge av hvordan LPS er tolket og anvendt av prosjektets aktører knyttet til byggeprosjektets kontekstuelle og operasjonelle forhold.

### 2.1.3 Valg av forskningsopplegg

Ettersom problemstillingens formulering kan karakteriseres som åpen, beskrivende og forklarende, samt problemstillingens tema beskrevet tidligere, ansees det basert på metodebeskrivelsen gitt i delkapittel 2.1, som hensiktsmessig å benytte seg av kvalitative data fremfor kvantitative. Undersøkelsesopplegg styres også av i hvilken grad en ønsker å undersøke et tema i dybden på et detaljert nivå eller fra et bredere og mer generelt perspektiv. Slik (Jacobsen, 2015) beskriver det vil det blant annet avhenge om en ønsker å knytte de potensielle funnene til en statistisk eller teoretisk generalisering. Ved førstnevnte ønsker en å generalisere fra et utvalg av enheter i tilknytning til en undersøkelse, til en populasjon av enheter som ikke har inngått direkte i undersøkelsen. Ved teoretisk generalisering undersøkes et fåtall av enheter hvor en går i dybden gjennom et intensivt undersøkelsesopplegg med den hensikt å fremskaffe virkelighetsnær informasjon. I forbindelse med forskningsdesign viser Jacobsen hovedsakelig til utvalgsundersøkelser og casestudier. Det som skiller disse fra hverandre er at førstnevnte relateres til et undersøkelsesopplegg der en ønsker å skaffe seg oversikt over et fenomen der variasjoner og statistisk generalisering prioriteres. Ved caseundersøkelser settes en eller flere spesifikke undersøkelsesenheter i fokus. Avhengig av antall enheter, anvendes case-studium hovedsakelig der en ønsker å utvikle en dyp, helhetlig og virkelighetsnær forståelse av fenomenet eller enheten som undersøkes (Wæhle, Dahlum og Grønmo, 2020). Dette utføres ofte gjennom en kvalitativ tilnærming.

I denne oppgaven er et undersøkelsesopplegg i form av enkelt-case studium benyttet for å belyse problemstillingen. Dette karakteriseres som en intensiv undersøkelse som er avgrenset i tid og rom hvor det ønskelig å belyse hvordan et tema oppfattes, hvordan det henger sammen og påvirkes av kontekstuelle forhold (Jacobsen, 2015). Det siktes med andre ord etter å fremskaffe en teoretisk generalisering fremfor statistisk. Det oppfattes som lite hensiktsmessig å knytte de potensielle funnene til det generelle ettersom utfallet av implementeringen av LPS i stor grad vil påvirkes av prosjektets karakteristikk og aktørenes anvendelse av prinsippene innen LPS.

Det ville vært interessant å ha undersøkt problemstillingen fra et bredere perspektiv gjennom et komparativt undersøkelsesopplegg. Dette for å eventuelt belyse potensielle årsakssammenhenger mellom implementering av LPS og renoveringsprosjekters komplekse og usikre forhold. Men med bakgrunn i oppgavens begrensninger i form av tid og omfang, ville dette potensielt hatt en overfladisk effekt på undersøkelsen. Med andre ord ville muligheten til å studere temaet i dybden blitt redusert. Gjennom litteraturstudiet beskrevet under kapittel 2.2 ble det funnet lite litteratur som tok for seg empiriske undersøkelser der LPS er benyttet i forbindelse med bygningsrenovering. Det er vist til forslag for å benytte seg av planleggingssystemet i forbindelse med bygningsrenoveringer (Kemmer og Koskela, 2014), men empiriske undersøkelser som tar for seg dette temaet er begrenset. Av litteraturen som var identifisert gjennom litteraturstudie, var det bare identifisert en forskningsartikkel som til en viss grad tok for seg en empirisk undersøkelse av problemstillingens tema (Bryde og Schulmeister, 2012). Bryde og Schulmeister undersøkte hvordan enkelte prinsipper innen Lean Construction kan anvendes under bygningsrenoveringer, men det vises ikke til anvendelsen av LPS i denne artikkelen. Det oppleves dermed som hensiktsmessig å benytte meg av en enkelt-case undersøkelse.

For å oppsummere er valg forskningsdesign, informasjonstype og innsamlingsform tatt med utgangspunkt i problemstillingens formulering, formål og tema. Problemstillingen undersøkes derfor gjennom et enkelt-case studium og anvendelse av kvalitative data og

innsamlingsmetoder. Ettersom formålet med undersøkelsesopplegget er å sikte etter en teoretisk generalisering fremfor statistisk generalisering, kan det argumenteres for at innhentet empiri i større grad fremmer intern validitet fremfor ekstern validitet. Metodene benyttet for innsamling av data er beskrevet og begrunnet i de neste delkapitlene.

#### 2.1.4 Fremgangsmåte for undersøkelse

Innledningsvis i arbeidet ble et litteraturstudium gjennomført av hovedsakelig to årsaker. Jeg ønsket i første omgang å belyse i hvilken grad problemstillingens tema var beskrevet i forskningslitteraturen for å ytterligere formulere og strukturere problemstillingen, tilhørende forskningsspørsmål og undersøkelsesopplegget som beskrevet av (Marshall og Rossman, 1989). Deretter ble litteraturen undersøkt med den hensikt å besvare problemstillingen, samt danne et teoretisk fundament for de funn som er gjort gjennom intervju-, dokument- og observasjonsundersøkelsen. Grunnleggende teori om planleggingssystemet LPS, systemets innhold, oppbygging, prinsipper og anvendelse, samt erfaringer i forbindelse med den praktiske anvendelsen av systemet, ble vektlagt i litteraturundersøkelsen. Tradisjonelle metoder og rammeverk innen fremdriftsplanlegging ble også undersøkt, for å belyse hva som skiller LPS fra tradisjonell fremdriftsplanlegging. Dette anser jeg som relevant ettersom det ifølge (Kalsaas, 2017) ikke finnes en sertifisert eller offisiell versjon av LPS, noe som vil si at det kan åpnes opp for at LPS til viss grad benyttes i kombinasjon med tradisjonelle planleggingsformer.

For å ytterligere samle inn informasjon er et omfattende og ferdigstilt renoveringsprosjekt undersøkt i form av et enkelt-case studium. I denne casen fokuseres det på hvordan utførende, altså totalentreprenøren, har oppfattet planleggingsprosessen og den fysiske gjennomføringen av prosjektet. En nærmere beskrivelse av casen og årsaken til at akkurat dette renoveringsprosjektet undersøkes, er gitt i kapittel 2.4. For å avdekke totalentreprenørens oppfattelse og tolkning av LPS og hvordan dette er anvendt i praksis, er det gjennomført kvalitative undersøkelser i form av intervju-, dokument- og observasjonsundersøkelser. Intervjuundersøkelsen og dokumentanalysen er gjennomført i forbindelse med casen som undersøkes i denne oppgaven beskrevet i kapittel 2.4. Dokumenter i forbindelse med fremdriftsplanleggingen, samt planleggingsunderlag, er undersøkt og analysert. Dokumentene ble gjort tilgjengelig av prosjektledelsen gjennom prosjektets database hvor dokumenter i tilknytning til prosjektgjennomføringen ble delt med prosjektets aktører. Observasjonsstudiet er blitt gjennomført i forbindelse med et pågående nybygg-prosjekt, hvor Veidekke har rolle som totalentreprenør. Ved dette nybygg-prosjektet er planleggingsmøtene i forbindelse med produksjon observert, men byggeprosjektet i seg selv er ikke av interesse ettersom dette ikke er et renoveringsprosjekt.

For å oppsummere er intervju-, observasjon- og litteraturundersøkelse, samt dokumentanalyse, benyttet i forbindelse med denne oppgaven. De utvalgte undersøkelsesmetodene har til hensikt å belyse problemstillingens tema, og er etter (Carter *et al.*, 2014) en form for metodisk triangulering. Begrepet triangulering, enten det er i kvalitativ eller kvantitativ form, referer til at to eller flere former for metoder eller datakilder er benyttet i en undersøkelse. Ved vurdering av de funn som er gjort gjennom de nevnte undersøkelsesmetodene er triangulering ansett til å være godt virkemiddel for evaluering av funnernes validitet og reliabilitet (Skilbrei, 2019). De valgte metodene fyller til en viss grad hverandres mangler, og en kan vurdere funn gjort gjennom hver av metodene opp mot hverandre og dermed undersøke hvorvidt funnene samsvarer. Ved å

innhente ulike typer data gjennom de overnevnte metodene kan det også argumenteres for at en legger til rette for konklusjonens interne validitet.

I de neste delkapitlene gjøres det rede for metodenes utforming, samt en beskrivelse av casen som undersøkes i denne oppgaven.

## 2.2 Litteraturstudiet

Som beskrevet i delkapittel 2.1.4 ble litteraturundersøkelsen benyttet i forbindelse med utviklingen av problemstillingen og forskningsdesignet, for deretter å besvare problemstillingen og danne et teoretisk fundament for undersøkelsens resultater. Slik som beskrevet av (Dalland, 2020) skaper et litteraturstudium mulighet for å belyse faglige sammenhenger mellom litteraturen og forskningsresultatet. For å fremskaffe relevant teori og forskningslitteratur på systematisk og strategisk vis, følges anbefalinger for avansert søk og evaluering fra ('Avanserte litteratursøk - Wiki - innsida.ntnu.no').

Slik som beskrevet innledningsvis i kapittel 2, er litteraturundersøkelsen som metode basert på (Nicolaisen, 2021). Store deler er skrevet om, men kapittel 2.2.3 og første avsnitt under kapittel 2.2.1 er hentet direkte ut av fordypningsoppgaven min (Nicolaisen, 2021).

### 2.2.1 Innhenting av litteratur og teori

For å finne relevant og troverdig litteratur som kan besvare forskningsspørsmålene er blant annet nettbaserte databaser og søkemotorer som Oria, IGLC, Scopus og Google Scholar benyttet. Pensum fra tidligere emner på NTNU er anvendt i dette arbeidet, ikke for å direkte besvare problemstillingen, men samle inn teori i forbindelse med LPS og tradisjonelle planleggingsformer og prosesser. Fagbøkers og artiklenes bibliografi er også undersøkt for å ytterligere innhente relevant litteratur og teori. Denne formen for litteratursøk betegnes av (Wohlin, 2014) som Backward Snowballing.

De overnevnte databasene er anvendt fordi de gir avgrensingsmuligheter, samt relevant litteratur og teori i form av fagbøker, forskningsartikler, doktorgradsavhandlinger og rapporter fra temaet problemstillingen tar for seg. Databasen Oria har den egenskapen at en kan avgrense litteratursøket etter blant annet fagfelleverdert litteratur, fagområde og tema, publiserings år, forfatter og teksttype. Det samme er gjeldende for Scopus, men databasen skiller seg fra Oria ved at all litteratur publisert gjennom Scopus er grundig vurdert av en gruppe internasjonale forskere og bibliotekarer (Elsevier, 2021). Med andre ord er all litteratur publisert gjennom Scopus fagfelleverdert. Dette resulterer i at mengden søkeresultat er mindre sammenlignet med Oria og Google Scholar. Ved søk gjennom Scopus vises det også til litteraturens opprinnelse, samt antall siteringer som gjør det mulig å innledningsvis i litteratursøket vurdere artiklenes troverdighet. Gjennom søkemotoren Google Scholar har en tilgang til et bredt spekter av litteratur, men denne søkemotoren har den ulempe at en ikke kan avgrense søket etter fagfellevurdering, fagområde og tema. IGLC som står for The International Group for Lean Construction, utgjøres av et internasjonalt nettverk av forskere innen akademia og bygg- og anleggsnæringen (*IGLC.net - About*, 2015). IGLC har som formål å videreutvikle prinsipper og metoder for produkt utvikling og produksjonsledelse og -styring innen byggenæringen. Innen dette står prinsipper og metoder innen Lean Construction sentralt. Konferanseartikler er gjort tilgjengelig gjennom IGLC sine nettsider.

Etter råd fra veileder er temahefter fra forskningsprogrammet Concept ved NTNU også benyttet. Artikler og rapporter gitt ut av Sintef og Bygg21, samt nettstedene



regjeringen.no og byggmiljø.no er også benyttet. Artiklene (Torp, Karlsen og Johansen, 2008; Torp og Klakegg, 2016; Knotten, Lædre og Hansen, 2017; Torp *et al.*, 2018) og boken (Rolstadås *et al.*, 2020), er benyttet etter anbefaling fra veileder.

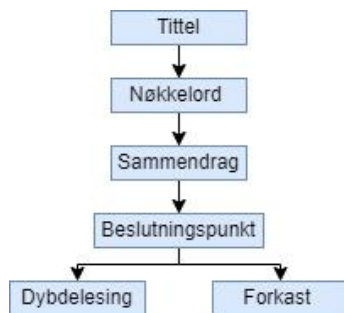
## 2.2.2 Strategi for litteratursøk

Ved søk etter relevant litteratur er søkeord benyttet på strategisk og systematisk vis. Dette innebærer at søket startet bredt med et enkelt søkeord tilknyttet problemstillingen. Ved det første søket produseres det ofte en u håndterlig mengde resultater, hvor en stor mengde av disse ikke er relevant i forhold til problemstillingen. Det legges dermed til et ytterligere søkeord for å snevre inn søkeresultatet mot relevant tema. Søkeordene kombineres ved bruk av funksjonene AND, OR og eller NOT etter rådene gitt av ('Avanserte litteratursøk - Wiki - innsida.ntnu.no'). Når en benytter seg av funksjonen AND mellom to søkeord får en treff på litteratur som inneholder begge søkeordene. Funksjonen OR gir treff på litteratur som inneholder en av søkeordene eller begge. Ved bruk av NOT luker en ut treff som inneholder søkeordet. I tabellen under er søkeord benyttet i forbindelse med litteratursøket, samt søkeresultatet listet opp.

**Tabell 1, Strategisk søk og søkeresultat. Egenprodusert.**

| Søkeord  | Oria   | Scopus | IGLC | Google Scholar |
|--|--------|--------|------|----------------|
| «Lean Construction»  | 2 183  | 1 357  | 909  | 17 600         |
| AND «LPS»  | 165    | 153    | 6    | 2 540          |
| AND «Applying Lean Construction»   | 31     | 31     | 1    | 282            |
| «Project management»   | 71 436 | 39 338 | 118  | 548 000        |
| And «planning process»   | 3 632  | 11 221 | 0    | 20 200         |
| «Project management» AND «Planning process»<br>AND «AEC»   | 84     | 525    | 0    | 1 190          |
| AND «Scheduling»   | 37     | 149    | 0    | 692            |
| «Refurbishment»  | 14 087 | 4 335  | 19   | 39 600         |
| AND «Scheduling»   | 613    | 93     | 1    | 7 830          |
| «Refurbishment» AND «Scheduling» AND<br>«Prerequisite»   | 52     | 1      | 0    | 826            |
| AND «Delay»  | 17     | 0      | 0    | 329            |
| «Refurbishment» AND «Scheduling» AND<br>«Prerequisite» AND «Dealy» AND «LPS» OR «Last<br>Planner System» | 2      | 0      | 0    | 26             |
| «Production Planning» «Construction»   | 5 522  | 653    | 42   | 28 900         |
| AND «AEC»  | 58     | 13     | 1    | 1 670          |
| «Production Planning» «Construction» AND «AEC»<br>AND «Scheduling» AND «Delay»                           | 16     | 2      | 0    | 301            |
| AND «Prerequisite»   | 4      | 0      | 0    | 58             |

Etter litteratur og teori er innhentet gjennom litteraturundersøkelsen må innholdet også vurderes opp imot problemstillingen og forskningsspørsmålene. Men å lese innsamlet litteratur i dybden lar seg ikke gjøre med utgangspunkt i arbeidets tidsbegrensning og ansees heller ikke til å være hensiktsmessig. For å avgrense innsamlet litteratur ytterligere, er litteraturen gått igjennom etter stegene basert på (Wohlin, 2014) illustrert i figur 1 nedenfor.



**Figur 1, Strategisk lesning, (Wohlin, 2014, s. 4).**

Ved den strategiske litteraturgjennomgangen illustrert i figur 1, vurderes hvert felt opp imot kriteriene fra TONE-prinsippet beskrevet i delkapittelet under. Her legges også metodisk tilnærming og litteraturtype til grunn for vurdering av litteratur. Med metodisk tilnærming og litteraturtype menes det blant annet at en vitenskapelig artikkel er basert på en litteraturundersøkelse eller empiriske undersøkelser. Etter sammendraget vurderes det om fremskaffet artikkel skal leses i sin helhet eller forkastes. Litteratur fremskaffet gjennom litteraturens bibliografi følger også samme steg. Ved dybdelesingen struktureres det som ansees til å være relevant etter problemstillingens del temaer, samt teoretisk rammeverk for diskusjonsgrunnlag.

### 2.2.3 Evaluering av innsamlet litteratur og teori

Relevant forskningslitteratur og rapporter med utgangspunkt i den valgte problemstillingen og dens tilhørende forskningsspørsmål, er samlet inn og gjennomgått på kritisk og strategisk vis med utgangspunkt i TONE prinsippet. Dette er gjort for å øke resultatenes validitet. TONE står for troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet, og viser til hvordan en kritisk vurdering av artikler gjennomføres (Overland, 2018). Dermed er bare de viktigste elementene i litteraturen og rapportene som kan besvare forskningsspørsmålene, samt danne et teoretisk grunnlag for innsamlet empiri og diskusjonsgrunnlag, benyttet. Beskrivelsen av hva som ligger i de fire kriteriene i TONE-prinsippet er lagt med i tabell 1.

**Tabell 2 Vurderingskriterier, (Overland, 2018).**

| Kriterium      | Vurderingsmomenter   |
|----------------|--|
| T-Troverdighet | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Er kilden sikker?</li> <li>• Er artikkelen eller arbeidet fagfellevurdert?</li> <li>• Hvem er forfatterne og hva er deres bakgrunn?</li> <li>• Hvor er artikkelen eller teksten hentet?</li> </ul>  |
| O-Objektivitet | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hva var forfatterens hensikt med arbeidet?</li> <li>• Hva er artikkelens eller tekstens formål og hensikt?</li> <li>• Kan innholdet gjenfinnes i annet arbeid?</li> <li>• Stemmer innholdet overens med egen kunnskap?</li> </ul>   |
| N-Nøyaktighet  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Er det noen tydelige skrivefeil eller slurv i teksten eller artikkelen?</li> <li>• Når ble kilden publisert eller sist oppdatert?</li> <li>• Er anvendt litteratur tilstrekkelig referert?</li> <li>• Kan resultatene gjenfinnes i annen forskningslitteratur?</li> </ul> |
| E-Egnethet     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvem er arbeidets eller artikkelens målgruppe?</li> <li>• Samsvarer arbeidets eller artikkelens tema med egen problemstilling?</li> </ul>   |

Fordi dette temaet tar for seg en bransje som er under stadig utvikling, så er det naturlig å anta at artiklenes relevans, troverdighet og nøyaktighet kan endres med tiden. Derfor avgrenses litteraturens publiserings år fra 2010 til 2022. Artikler publisert i fagfelleverderte tidsskrifter er også benyttet ettersom dette er en avgrensningsmulighet i databasen Oria. Litteratur utarbeidet av akademikere fra NTNU ansees også som relevant og troverdig, og kan derfor benyttes om resten av kriteriene innen TONE-prinsippet er tilfredsstillt. Søkeordene er skrevet på engelsk, ettersom det er skrevet mye relevant engelskspråklig litteratur innen det aktuelle temaet.

#### 2.2.4 Styrker og svakheter

Den mest fremtredende styrken til en litteraturundersøkelse er at en gjennom et slikt studium danner et sammenligningsgrunnlag for innsamlet empiri med det som er skrevet i forskningslitteraturen (Yin, 2009). En kan dermed evaluere validiteten til innsamlet empiri opp imot det som er skrevet i forskningslitteraturen. I følge (Dalland, 2020, s. 139) hjelper litteraturen den som undersøker til å se "*faglige sammenhenger og utviklingstrekk*". Slik som beskrevet innledningsvis har litteraturstudiet også en styrke i at det danner grunnlaget for utvikling og formulering av problemstilling og forskningsspørsmål (Marshall og Rossman, 1989). Ettersom litteraturen ikke er et resultat av casen undersøkt i oppgaven, kan litteraturen i utgangspunktet karakteriseres som pålitelig og troverdig i den grad at artiklene ikke er knyttet direkte til prosjektet undersøkt i denne oppgaven (Yin, 2009). Litteraturundersøkelsen kan også karakteriseres som stabil og eksakt. At undersøkelsen ansees til å være stabil og eksakt begrunnes med at litteraturen er publisert, noe som gjør det mulig å vurdere og analysere litteraturen i flere omganger, samt de krav som er stilt til utvalg av litteratur under kapittel 2.2.3.

Metoden er ikke feilfri, og dette kommer av de avgrensningene som er satt med tanke på publiserings år, krav om fagfellevurdering, samt at bare fire databaser skal benyttes. Dette kan føre til utluking av relevante artikler. Evalueringer av artikler med utgangspunkt i TONE-prinsippet er også et klart eksempel på en subjektiv evaluering. Dette kan ha ført til at artikler som etter min mening ikke tilfredsstiller kriteriene innen TONE-prinsippet, hvor andre med mer kompetanse innen temaet eksempelvis kan mene det motsatte. Det kan også knyttes en svakhet til artiklenes forutsatte formål og formålet til dette arbeidet. (Jacobsen, 2015, s. 171) beskriver dette med at det kan "oppstå et misforhold mellom den informasjonen vi kan benytte og det vi ønsker å benytte den til".

En annen potensiell feilkilde som kan påvirke undersøkelsens validitet, kan knyttes til min arbeidserfaring som rivningsarbeider. Ettersom temaet og problemstillingen er valgt med utgangspunkt i egen arbeidserfaring og foregående undersøkelse, er det en mulighet for at jeg ubevisst bare samler inn informasjon som bekrefter mine antagelser basert på tidligere arbeidserfaring. Dette kan føre til utluking av relevant informasjon eller informasjon som taler imot egen erfaring, noe som er essensielt å inkludere i resultatgrunnlaget. Hvis dette neglisjeres kan arbeidet utført betraktes som subjektivt skrevet og lite troverdig av andre lesere.

## 2.3 Observasjonsstudium

Et observasjonsstudium innebærer at undersøkeren observerer en hendelse eller situasjon hvor mennesket er i fokus. I henhold til (Jacobsen, 2015) er observasjonsstudium som metode godt egnet der en ønsker å studere hva en person gjør og ikke gjør, altså atferd, samt studere atferden i kontekst av en hendelse eller situasjon. (Tjora, 2021) viser til at observasjon som metode for innsamling av empiri er den mest effektive metoden, fordi en vektlegger hva en person faktisk gjør fremfor hva en sier at en gjør eller har gjort gjennom et intervju. Dette åpner også opp en mulighet for å sammenligne det som blir sagt opp mot det som blir observert. Ved å benytte meg av denne metoden fikk jeg mulighet til å observere hvordan prosjektets aktører kommuniserte og samhandlet under produksjonsplanleggingen.

I denne undersøkelsen observeres tre planleggingsmøter i forbindelse med produksjon av kontorbygget ALO hvor Veidekke har rollen som totalentreprenør (*Veidekke bygger miljøbygget ALO på Sluppen i Trondheim*, 2020). Dette prosjektet inngår ikke i caseundersøkelsen jeg tar for meg i denne oppgaven. De tre observasjonene av møtene er valgt bare med den hensikt å direkte observere hvordan Veidekke benytter seg av planleggings systemet LPS i praksis, der Alo-prosjektet i seg selv ikke undersøkes i forbindelse med problemstillingen. Observasjonen ansees fortsatt til å være relevant ettersom det var påpekt av informantene at møtestrukturen er standard for alle byggeprosjektene i Veidekke, og var derfor det samme ved MAX-bygget som undersøkes i denne oppgaven beskrevet under kapittel 2.4.

### 2.3.1 Observasjonsform

I likhet med intervjuundersøkelsen kan observasjonsstudiet ta ulike former som vil legge betydelige føringer for innsamling av informasjon. (Jacobsen, 2015; Tjora, 2021) skiller mellom åpen og skjult observasjon, samt deltakende og ikke-deltakende observasjon. Om et observasjonsstudium er åpent eller skjult, avgjøres av hvorvidt den eller de som observeres er klar over at de blir observert. Ved førstnevnte er det gjort klart ovenfor den eller de som inngår i undersøkelsen at de blir observert, hvor en ved skjult observasjon gjør det motsatte. Valg av åpen eller skjult form for observasjon vil ha en effekt på undersøkelsen i den grad at de som blir observert har en tendens til å endre atferd bevist eller ubevist om de er klar over at de blir observert. (Jacobsen, 2015, s. 166) viser til dette med begrepet "*observatøreffekten*". Det vil dermed være mest hensiktsmessig å benytte seg av en skjult observasjon for å fremskaffe så virkelighetsnær og gyldig informasjon som mulig. Men det kan ved dette stilles spørsmål om det er etisk riktig å undersøke eller observere en person uten samtykke.

Det neste skille, altså deltakende og ikke-deltakende observasjon, viser til i hvilken grad observatøren er involvert og aktiv i hendelsen eller situasjonen som observeres. Hvorvidt en velger å involvere seg i hendelsen avhenger i henhold til (Jacobsen, 2015) blant annet av hendelsens varighet, som vil ha en betydelig innvirkning på observasjonens sluttresultat. Ved førstnevnte involverer observatøren seg i hendelsen som undersøkes, og påvirker dermed hendelsens utvikling direkte. Dette avhenger av hvor aktiv observatøren er, men vil i utgangspunktet ha en negativ effekt på resultatets pålitelighet så lenge observatøren kan påvirke utfallet av undersøkelsen. Ved ikke-deltakende er det slik ordlyden tilsier, altså at observatøren ikke involverer seg i hendelsen som observeres. Observatøren kan være til stede der hendelsen oppstår så lenge en ikke involverer seg direkte. Men i hvilken grad resultatet av observasjonen vil bli påvirket av observatøren avhenger igjen av om åpen eller skjult form er benyttet.

(Tjora, 2021, s. 83) viser til tidligere erfaringer der han som observatør hadde en åpen og ikke-deltakende rolle. Etter observasjonene var fullført stilte Tjora de som var observert om de opplevde det som forstyrrende at han var fysisk til stede for å observere. I de fleste tilfeller var tilbakemeldingen at han som observatør fort ble glemt ettersom Tjora ikke hadde en relevant rolle i jobbsituasjonen som ble observert. Observatørens rolle og grad av involvering er med andre ord en sentral faktor i tilknytning til påvirkning av innsamlet data, til tross om en er fysisk til stede.

I likhet med intervjuundersøkelsen er det ikke ønskelig å påvirke eller legge føringer for informasjon som fremkommer av observasjonen. Møtene som var observert var også planlagt å ha en varighet mellom en til to timer. Med utgangspunkt i dette anså jeg det som mest hensiktsmessig å benytte meg av en ikke deltakende observasjonsform. Jeg som observatør var fysisk til stede under møte, men deltok ikke. Til tross for den eventuelle observatøreffekten, er observasjonen også i åpen form og kommer av etiske årsaker. Det kan også argumenteres for at min rolle som observatør ikke vil ha en betydelig negativ virkning på observasjonens sluttresultat ettersom min rolle ikke er å anse som relevant i forhold til arbeidssituasjonen.

Ettersom møtene som skulle observeres ble gjennomført i forbindelse med produksjon på byggeplass, forflyttet jeg meg som observatør til det lokalet møtet ble holdt. Hendelsen ble dermed observert i sine naturlige omgivelser (Jacobsen, 2015). For å oppsummere kan observasjonsformen betegnes som en passiv interaktiv observasjon, hvor målet er å være "fluen på veggen" (Tjora, 2021, s. 72).

### 2.3.2 Hendelsen som ble observert og observeringsprosessen

Observasjonen ble utført etter samtale med driftsleder for prosjektet og en muntlig avtale angående observasjonen ble inngått. En beskrivelse av møtene, samt møtedeltakere og dato er lagt med i tabell 4. Ved starten av hvert møte plasserte jeg meg i rommet hvor møte fant sted, på en slik måte at jeg ikke var i veien for personene som deltok og ikke tiltrakk meg unødvendig oppmerksomhet.

**Tabell 3, Observasjonsoversikt. Egenprodusert**

| Hva observeres | Dato                | Beskrivelse  | Deltakere   |
|----------------|---------------------|--|---|
| Faseplan-møte  | Fredag<br>22.10.21  | Dette var et møte for innledende planlegging av innredningsarbeidet for prosjektet.  | Driftsleder for ALO-prosjektet, prosjektledere og fagarbeidere tilknyttet spesifikke fag som inngikk i innrednings fasen. |
| Ukesplanmøte   | Torsdag<br>21.10.21 | Dette var et møte hvor arbeidet for foregående uke og kommende uke ble gjennomgått og planlagt   | Driftsleder for ALO-prosjektet, samt bas for betongarbeider og forskaling.  |
| Lagsmøte       | Mandag<br>25.10.21  | Dette var en videreføring av ukes planmøte, hvor arbeidet for gjeldende uke ble planlagt, samt vurdering og evaluering av arbeid for førgående uke ble også gjennomgått. | Deltakerne besto av Driftsleder for ALO-prosjektet, bas for betongarbeider og forskaling, og selve arbeidslaget.          |

Møtene som inngår i observasjonen er valgt grunnet deres tilknytning til fremdriftsplanlegging av produksjon, samt aktørene som deltar. I forkant av møtene gikk jeg gjennom hva som skulle vektlegges under observasjonen. Her fokuserte jeg på kommunikasjonen, samspillet og informasjonsflyten mellom deltakerne, altså hvordan nødvendig informasjon ble viderefremmet fra driftsleder ned til det spesifikke arbeidslaget, samt arbeidslagets eventuelle tilbakemeldinger. Dokumentasjon i forbindelse med møtene fikk jeg tilsendt av driftsleder, slik at jeg skulle ha en viss formening om hva som skulle gjennomgås.

### 2.3.3 Styrker og svakheter

Slik som beskrevet i kapittel 2.3 ligger metodens største styrke i at en kan observere hva en person faktisk gjør i kontekst av en hendelse eller situasjon fremfor hva en sier at en gjør eller har gjort gjennom eksempelvis et intervju (Tjora, 2021). I henhold til (Dalland, 2020) er det også en styrke når en benytter seg av dybdeintervju og observasjon i en kvalitativ undersøkelse. Begge metodene utfyller hverandre i den grad at en kan sammenligne det som er sagt med det som er observert, og gjennom dette danne seg et relativt helhetlig bilde av temaet som undersøkes. Dette åpner også opp for at en kan vurdere funnernes validitet og reliabilitet ettersom en kan evaluere hvorvidt funnene fra de ulike metodene samsvarer med hverandre.

Metodens svakheter vil i stor grad avhenge av hvordan observasjonsopplegget er utformet, altså om en benytter seg av åpen eller skjult og deltakende eller ikke-deltakende observasjon, samt om det hendelsen observeres i sine naturlige omgivelser eller kunstige. Med utgangspunkt i den valgte utformingen er den mest fremtredende svakheten knyttet til en potensiell observatøreffekt. Det kan også knyttes en svakhet til at møtene som er observert ikke er knyttet direkte til casen som undersøkes i dette arbeidet. Det kan dermed argumenteres for at undersøkelsens relevans knyttet til problemstillingen er redusert, spesielt ettersom møtene er utført i forbindelse med et nybygg-prosjekt og ikke renoveringsprosjekt. Det kontekstuelle forholdet er med andre ord annerledes. Til tross for dette ble observasjonene utført ettersom retningslinjene og strukturen til møtene er det samme uansett byggeprosjekt.

## 2.4 Casestudie

I denne oppgaven undersøkes effekten av IP som metode i forbindelse med renoveringen av MAX-bygget som befinner seg på Tempeveien 22 i Trondheim. MAX-bygget var på tidspunktet det ble bygget i 1987 og nåværende tidspunkt, et næringsbygg kombinert med boliger, og er siden den tid kjøpt opp av utbyggeren KLP Eiendom AS (Aakervik, 2019) om en ser bort ifra de selveide leilighetene. Renoveringen av bygget ble påbegynt i midten av 2018 og ferdigstilt 4. september 2019. Veidekke hadde rollen som totalentreprenør. Når det kommer til renovering og ombygging av eksisterende bygg er det i Norge en lang rekke prosjekter å velge mellom. Grunnen til at jeg i denne oppgaven tar for meg renoveringen av Max-bygget er hovedsakelig omfanget av bygningsendringen, kravene KLP har stilt til kvalitet og gjennomføring, Veidekke sin form for fremdriftsplanlegging, samt at bygget er ferdigstilt. Dette vil bli beskrevet nærmere i delkapittelet under.

### 2.4.1 MAX-bygget

I figur 1 vises det til hvordan MAX-bygget opprinnelig var bygget i 1987 og hvordan bygget skulle se ut etter renoveringsprosessen. Slik bildene viser var det gjort en betydelig endring på byggets fasade, men antall etasjer og etasjenes brukerfunksjon ble ikke endret. I forkant av renoveringen var 1. etasjen leid ut til Coop Extra og frisørsalongen Salon Perfect AS. 8. etasje besto av selveide leiligheter, og de resterende etasjene var kontorlandskap til utleie. Coop Ekstra og frisørsalongen Salon Perfect AS skulle etter renoveringen gjenopprette sitt leieforhold. Ettersom leilighetene i 8. etasje var selveide, var de ikke en del av renoveringen om en ser bort ifra fasade.

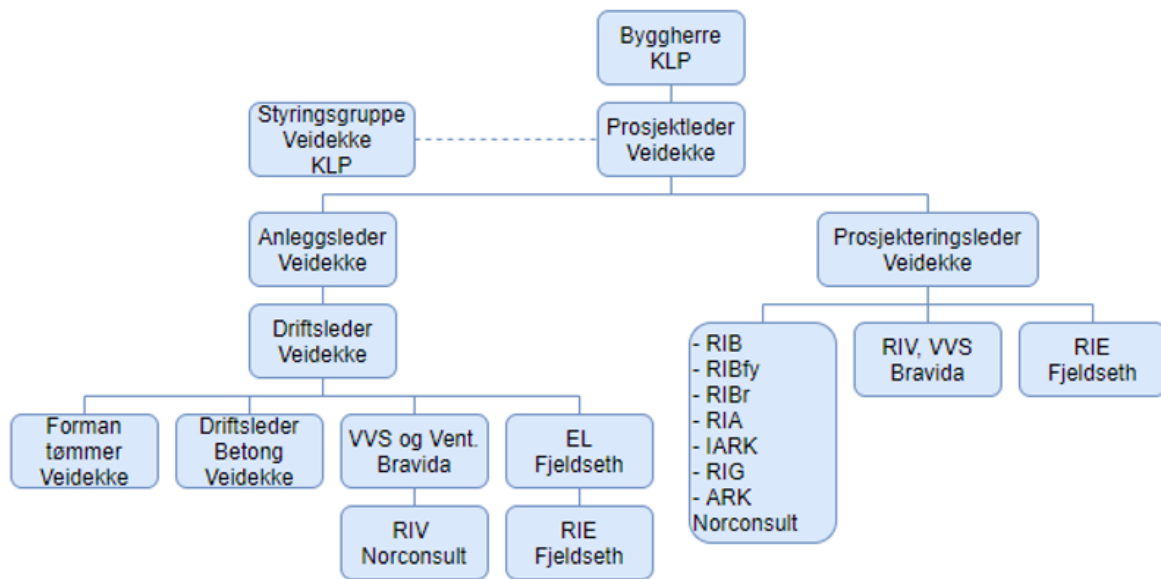


**Figur 2, før (venstre) og etter (høyre) bildet av MAX-bygget, (Aakervik, 2019)**

Slik som nevnt innledningsvis under kapittel 2.4, ble dette et omfattende prosjekt som et resultat av renoveringsprosessen i seg selv, men også de krav KLP Eiendom stilte til kvalitet i forbindelse med byggets sluttresultat og gjennomføring (Aakervik, 2019). Som en av Nordens største aktører innen eiendomsutvikling og -forvaltning har KLP Eiendom et stort fokus på å redusere miljøavtrykket innen eiendomsbransjen gjennom en bærekraftig og miljøbevisst utvikling innen næringen (*Om KLP Eiendom - KLP Eiendom*). Dette reflekteres blant annet i de krav som ble stilt til både gjennomføring og byggets kvaliteter ved ferdigstilling. I forhold til bygningsfysiske ytelser ble det stilt krav til om bygget skulle samsvare med passivhusstandarden, bygget skulle være et energibygge i klasse A, samtidig som det også skulle produsere 75000 kwh i året ved hjelp av solcellepaneler på tak og vegg i retning sør (Aakervik, 2019). I forbindelse med prosjektgjennomføring og til dels ferdigstilling var det også ønskelig at prosjektet skulle tilfredsstille den høyeste måloppnåelsen i miljøsertifiseringsstandarden BREEAM, altså BREEAM Outstanding. Gjennom produksjon ble det dermed stilt krav til at avfallshåndteringen som følger med riveprosessen og alle materialer som ble benyttet under oppbyggingen, skulle klareres i henhold til de bestemmelser som er gitt av BREEAM Outstanding. I tillegg var det stilt krav til at anleggsmaskiner benyttet under produksjon skulle være utslippsfrie.

Av Max-bygget var det bare byggets bærekonstruksjon som skulle beholdes, og det ble i starten av produksjon dermed revet helt ned til råbygget. Deretter skulle ny fasade og innredning opp slik som avbildet i figur 2. I tillegg til den omfattende

renoveringsprosessen var det også manglende bygningsdokumentasjon fra det tidspunktet Max-bygget ble oppført i 1989 (Aakervik, 2019).



**Figur 3 Organisasjonskart Totalentreprise. Utarbeidet i samarbeid med prosjektleder og anleggsleder.**

Prosjektets involverte aktører og rollefordeling er vist i figur 3. I forbindelse med gjennomføringsmodellen til prosjektet ønsket KLP innledningsvis å inngå en samspillsavtale med Veidekke som totalentreprenør, og Norconsult, Fjeldseth og Bravida som underentreprenører. Samspillprosessen ble gjennomført under prosjektets utviklingsfase, hvor KLP sine målsettinger i forhold til byggets fysiske løsninger og utforming, målpris for totalentreprisen og overordnet fremdriftsplan for renoveringen ble fastsatt. Slik som beskrevet under kapittel 1.1 benytter Veidekke seg av prinsippene innen LPS ved fremdriftsplanlegging av byggeprosjekter generelt, og betegner denne metodikken som IP. I hvor stor grad disse prinsippene er fulgt og resultatet av dette, vil bli belyst i resultatkapittelet av intervju og dokumentanalysen.

I de neste delkapitlene innen metode presenteres undersøkelsesmetoder som er knyttet direkte til MAX-bygget (Casen).



## 2.5 Intervjuundersøkelse

Intervjuundersøkelsen i denne oppgaven følger samme utforming og struktur som i fordypningsoppgaven (Nicolaisen, 2021) slik som beskrevet under kapittel 2. Selve spørsmålene og innledningen til intervjuguiden, samt informantene, er tilpasset casen som undersøkes i denne oppgaven. Det resterende følger samme linjer for utforming. Delkapittel 2.5.1 og avsnittet under er dermed hentet ut av (Nicolaisen, 2021).

Intervjuundersøkelse som er gjennomført er utarbeidet med utgangspunkt i Tove Thagaard og Aksel Tjora sin beskrivelse av kvalitative metoder (Tjora, 2010; Thagaard, 2018). Innen kvalitativ metode er intervjuundersøkelse den mest sentrale formen for innsamling av primærdata. Hensikten med denne undersøkelsen er å belyse informantenes erfaring og tolkning av problemstillingens tema i tilknytning til casen som er undersøkt i dette arbeidet. Dette ettersom de har vært direkte involvert i planleggingen og gjennomføringen av prosjektet, og dermed kan belyse sine direkte erfaringer og refleksjoner. Med utgangspunkt i dette er dybdeintervju av delvis strukturert form benyttet. I følge (Tjora, 2010) anvendes dybdeintervju der en ønsker å undersøke informantens meninger, erfaringer og opplevelser knyttet til et bestemt fenomen eller tema. Denne beskrivelsen svarer godt overens med oppgavens formål og hensikt, samt beskrivelsen av bruksområdet for kvalitativ metode beskrevet i 2.1.1, og har derfor vært viktig ved utforming av intervjuguiden. For å sikre kvalitet på innsamlede intervjudata ble intervjuene tatt opp på bånd. Dette ble informantene informert om og de samtykket til opptaket.

### 2.5.1 Intervjuets struktur og utforming

Intervjuundersøkelsens struktur er utarbeidet i henhold til (Thagaard, 2018), der det påpekes at intervjuundersøkelsens utforming generelt sett varierer fra relativt strukturert til lite strukturert. Grad av strukturering legger betydelige føringer hvordan temaene som skal undersøkes utformes og formuleres i intervjuguiden. Høy grad av strukturering tilsier at spørsmålene som skal stilles er formulert på forhånd med en bestemt rekkefølge, men spørsmålenes formulering kan variere etter intervjuerens behov. Liten grad av strukturering vil si at det ikke legges noen spesifikke føringer for spørsmål og informantene kan ta opp ønskede temaer, der intervjuer tilpasser spørsmålene etter temaene som blir tatt opp underveis. I denne intervjuundersøkelsen er en delvis strukturert intervjuguide benyttet, og selve intervjuet er utført ved fysisk oppmøte. Det er formulert fire åpne spørsmål som tar for seg hvert sitt hovedtema med tilhørende undertemaer som informantene forhåpentligvis vil utdype nærmere basert på egen erfaring og opplevelse innen temaet. Undertemaene er derfor bare forslag til eventuelle samtaletemaer som kan utdypes ytterligere av informantene dersom det oppleves som relevant. Dette er også tydelig påpekt under prosedyren i intervjuguiden lagt med i vedlegg A.

I utarbeidelsen av intervjuundersøkelsen og guiden er perspektiver som asymmetriske og interaksjonistiske perspektiver blitt forsøkt tatt hensyn til, samt intervjugangen, med formål om å skape et avslappet miljø ovenfor informanten. Det førstnevnte beskrives av (Thagaard, 2018) som rolleforskjellen mellom intervjuer og informant på det tidspunkt informanten har godtatt å delta på intervjuet. På dette tidspunktet har informantene forpliktet seg til å svare på spørsmål, hvor jeg som intervjuer ikke nødvendigvis har denne forpliktelsen. Dette skaper en skjevhet i ansvar og rollefordeling mellom meg og informant som kan påvirke informantens ønske om å gi utfyllende svar eller en utdypende beskrivelse av meninger og opplevelser. Eksempelvis kan det oppfattes som negativt ovenfor informant hvis jeg som intervjuer sitter med armer i kryss og ikke kommer med verken positive tilbakemeldinger eller relevante spørsmål under intervjuet. Dette kan resultere i kortfattede svar uten noen form for utdypende beskrivelse, som i

utgangspunktet er et uønsket resultat ut ifra oppgavens formål og hensikt. Grunnet dette er det i utgangspunktet tenkt at jeg som intervjuer kommer med positive tilbakemeldinger underveis, viser til egen erfaring som rivningsarbeider og stiller relevante spørsmål der det oppfattes som passende slik at informanten ikke opplever meg som forstyrrende. Dette kan betraktes som en interaksjonistisk tilnærming som ifølge (Thagaard, 2018) betyr at intervjuer i samarbeid med informant videreutvikler en forståelse basert på informantens erfaringer og fortolkninger knyttet til et fenomen, tema, situasjon og lignende.

Det er viktig å påpeke at jeg ikke har som mål å videreutvikle informantens erfaringer og fortolkninger, men heller komme med tilbakemeldinger og samtidig holde meg nøytral i informantens forståelse og fortolkning. Rekkefølgen av temaene listet opp i intervjuguiden, viser til vedlegg A, følger en spesifikk rekkefølge basert på (Tjora, 2010) sin beskrivelse av dybdeintervjuets struktur. Intervjuet starter med et innledende tema og tar for seg spørsmål om informantens stilling, arbeidserfaring, interesse innen yrket og lignende. Dette er gjort for å starte samtalen og intervjuet på en høfligere og mykere måte som ikke setter noen spesifikke krav til refleksjon. Deretter starter jeg på temaer som krever mer refleksjon og utdypende forklaringer basert på informantens egen erfaring. Avslutningsvis stilles avrundende spørsmål som igjen ikke setter spesifikke krav til refleksjon. Dette er eksempelvis spørsmål hvor jeg ønsker å få frem en tilbakemelding fra informant dersom viktige temaer ikke er nevnt, og lignende.

### 2.5.2 Valg av informanter

Under denne intervjuundersøkelsen er informantene listet opp i tabell 4. Informantene var alle involvert i prosjektet, hvor ansvarsfordelingen for hver av informantene er illustrert i organisasjonskartet presentert i figur 3 side 17. Informantene er valgt med utgangspunkt i hvordan rolle og ansvar de hadde i MAX-prosjektet, hvor hovedfokuset ligger på produksjonsaspektet fremfor prosjekteringen. Selv om prosjekteringen også er et sentralt tema i forhold til planleggingsprosessen.

**Tabell 4 oversikt over informanter. Egenprodusert**

| Intervju   | Dato       | Rolle         |
|------------|------------|---------------|
| Innledende | 13.10.2021 | Bas-Tømmer    |
|            | 14.10.2021 | Anleggsleder  |
|            | 14.10.2021 | Driftsleder   |
|            | 14.10.2021 | Prosjektleder |

Slik som det er illustrert i tabell 3, er informantene valgt med den hensikt å innhente erfaringer og refleksjoner fra et overordnet ansvarsnivå ned til produksjon hvor en ser effekten av planleggingsprosessen. På øverste nivå har vi prosjektleder som er det nærmeste leddet til byggherre. Prosjektleder er også involvert i prosjektets oppstartsfasen hvor forutsetningene for prosjektplanlegging og gjennomføringen legges. Deretter er anleggsleder og driftsleder intervjuet som knyttes til de administrative prosessene. Bas-tømmer har ansvar for tømmerfaget under produksjon, og kan dermed observere den direkte effekten av planleggingen, samt hvordan arbeiderne tilpasser seg eventuelle endringer under produksjon. Gjennom dette informantspennet får jeg dermed mulighet til å belyse hvordan prinsippene innen LPS er implementert, og om implementeringen har hatt effekt på grad av flyt og forutsigbarhet under produksjon.

### 2.5.3 Styrker og svakheter

Fordelen av å benytte seg av et dybdeintervju, ansikt til ansikt, er at en ved et slikt intervju kan etablere tillit og åpenhet mellom informant og intervjuer, og dermed frembringe en god mengde relevante og nyanserike data (Marshall og Rossman, 1989; Jacobsen, 2015). Å utføre intervjuet ansikt til ansikt reduserer også mengden forstyrrelser som kan oppstå underveis, og en kan dermed oppnå god flyt i samtalen med informanten. En ytterligere styrke ligger i at en også kan stille oppfølgings spørsmål underveis om det er et tema som ønskes utdypet (Marshall og Rossman, 1989; Yin, 2009). Med rollen som intervjuer har en også muligheten til å observere selve intervjuet og har dermed bedret kontroll over intervjugjennomføringen (Marshall og Rossman, 1989). Men dette kan ansees til å være en svakhet om intervjuers rolle ikke tas i betraktning. Slik som beskrevet under kapittel 2.4.1, andre avsnitt, knytter (Thagaard, 2018) dette til skjevheten i rolle og ansvarsfordelingen mellom informant og intervjuer. (Jacobsen, 2015) betegner dette som intervjuereffekten, som kan resultere i kortfattede svar.

Et svært viktig og sentralt aspekt ved et dybdeintervju utført ansikt til ansikt, er selve personen som skal intervjues, og det faktum at alle er forskjellig (Dalland, 2020). Betydningen av dette er at hver informant kan og mest sannsynlig vil respondere forskjellig på spørsmålene. En informant vil eksempelvis gi utfyllende og nyanserike svar, hvor neste eksempelvis vil gi kortfattede svar. Å tilpasse seg dette som intervjuer og frembringe nyanse- og informasjonsrike svar kan være en utfordring. Men dette vil også i en viss grad styres av intervjuerens holdning, samt intervjuguidens formulering og strukturering (Yin, 2009).

## 2.6 Dokumentundersøkelse

En dokumentundersøkelse omfatter i likhet med litteraturstudium en undersøkelse av sekundærdata. I henhold til (Jacobsen, 2015, s. 170) benyttes dokumentundersøkelser blant annet der en ønsker "*å få tak i hva mennesker faktisk har sagt og gjort*". I denne oppgaven var det dermed ønskelig å belyse hva Veidekke faktisk hadde gjort i forbindelse med fremdriftsplanleggingen av MAX-prosjektet, ved å studere relevante prosjektdokumenter. Gjennom en slik dokumentundersøkelse observerer en på et vis hva som er gjort (Jacobsen, 2015). Dette er spesielt relevant ettersom casen som undersøkes i dette arbeidet er ferdigstilt, hvor en gjennom dokumentundersøkelsen i kombinasjon med intervju, kan danne seg et bilde av prosjektforløpet. Dette kan til en viss grad beskrives som innsamling av empiri (Tjora, 2021), men ikke nødvendigvis på lik linje som observasjon- og intervjuundersøkelse. Dokumentene benyttet i undersøkelsen ble fremskaffet fra en felles database tilhørende MAX-prosjektet, der jeg fikk tilgang gjennom Veidekke.

### 2.6.1 Prosess for dokumentundersøkelse

I denne undersøkelsen benyttes dokumentene som tilleggsdata i motsetning til rene dokumentstudier som benytter seg bare av dokumenter for å fremskaffe empiri. En litteraturundersøkelse kan ansees til å være en form for dokumentundersøkelse. Dokumentene benyttet i denne undersøkelsen skiller seg fra litteraturundersøkelsen ved at dokumentene først og fremst er knyttet direkte til prosjektgjennomføringen og ikke er utarbeidet i forbindelse med forskningslitteraturen. Med andre ord benyttes dokumenter som ikke er utviklet med forskningsrelaterte formål (Tjora, 2021). Ved case-undersøkelser påpekes det av (Yin, 2009) at dokumentundersøkelsens viktigste formål er

å bygge under og forsterke funn fremskaffet gjennom andre undersøkelser. I forhold til oppgavens problemstilling og forskningsopplegg har dokumentene som undersøkes det formål å belyse hvordan en faktisk har planlagt gjennomføringen av MAX-prosjektet, samt planleggingsunderlag og retningslinjer Veidekke måtte forholde seg til. Deretter kan disse funnene sammenlignes med funnene gjort gjennom intervju og observasjon.

Dokumenttypen som er av interesse, er dermed plandokumenter tilknyttet fremdriftsplanleggingen av produksjon utarbeidet av Veidekke. Dokumenter som kan vise til forutsetningene for planleggingsprosessen, samt byggherres retningslinjer som Veidekke må forholde seg til var også av interesse. Som beskrevet under kapittel 2.6 er dokumentene innhentet gjennom prosjektets database. Databasen var under prosjektgjennomføringen tilgjengelig for aktørene involvert i prosjektet, og nødvendig dokumentasjon ble delt gjennom databasen. Mengden dokumenter og dokumenttyper var derfor omfattende. Slik som beskrevet i avsnittet over er dokumentene også utviklet med prosjektrelaterte formål og ikke i retning av oppgavens problemstilling og formål. Jeg har derfor gått gjennom databasen på systematisk og strategisk vis for å fremskaffe dokumentasjon som er relevant for denne oppgaven, men det bør også nevnes at dette var en utfordrende og tidkrevende prosess.

Planleggingsdokumentene er innhentet gjennom programmet MS-Project som ble benyttet av Veidekke i forbindelse med fremdriftsplanleggingen. Gjennom MS-Project hadde jeg tilgang på blant annet følgende plannivå; milepælsplan, faseplan, oppfølgingsplan og lagsplan. Fremvisning av blant annet drifts- og bas-møte, samt gantt diagrammer var også tilgjengelig. Planene ble oppdatert omtrent hver uke fra og med uke 36 i 2018 til uke 32 i 2019. Dette resulterte i en u håndterlig mengde plandokumenter som potensielt kunne undersøkes. Med utgangspunkt i oppgavens tidsbegrensning ble faseplanen og dens månedlige oppdatering vektlagt og analysert. Plandokumentenes endringer ble notert på Excel slik som illustrert i vedlegg H. Faseplanen kunne gjennom programmet detaljeres i den grad at om eventuelle endringer oppsto, kunne det spores ned til spesifikke produksjonsaktiviteter. Videre i databasen ble blant annet tegningsunderlag fra byggets opprinnelse, samt skriv fra byggherren undersøkt.

I likhet med litteraturundersøkelsen er innhentet dokumentasjon vurdert på kritisk vis. Dette kommer først og fremst av dokumentenes formål og tilhørighet slik som beskrevet i avsnittet under kapittel 2.6.1, samt metodens svakhet knyttet til en potensiell partisk utvikling av dokumentasjon slik som beskrevet av (Yin, 2009). Det kan eksempelvis stilles spørsmål ved hvor virkelighetsnær dokumentene er. Det påpekes blant annet av (Jacobsen, 2015) at sekundærdata ofte er manipulert bevist eller ubevist etter ens behov. Plandokumentene kan eksempelvis manipuleres eller pyntes på i etterkant av prosjektgjennomføringen gjennom programmet MS-Project. Dette er tatt i betraktning gjennom dokumentundersøkelsen.

### 2.6.2 Styrker og svakhet

Dokumentundersøkelsens styrke ligger blant annet i at en kan skaffe seg et inntrykk av hva som faktisk er gjort (Jacobsen, 2015), og den kan til en viss grad betraktes som en form for observasjon. Basert på dokumenttilgangen og dokumenttype kan undersøkelsen i likhet med litteraturundersøkelsen karakteriseres etter (Yin, 2009, s. 102) som stabil, relativt eksakt med bred dekning. Det som skiller disse to undersøkelsene fra hverandre er først og fremst dokumenttypen som benyttes i denne undersøkelsen. Dokumentene er her knytte direkte til casen MAX-bygget. Med at dokumentene kan karakteriseres som

stabile menes det at dokumentene kan undersøkes og evalueres i flere runder etter hvert som data innhentes gjennom intervju og observasjon. Med relativt eksakte siktes det til plandokumentenes datering, innhold, detaljeringsgrad, samt en oversikt over hvem som har lagt inn dokumenter i databasen. Dokumentene ansees også til å ha en bred dekning ettersom databasen inneholder dokumenter som er knyttet til prosjektets delfaser og delprosesser fra igangsetting til overlevering av prosjektet. En ytterligere styrke ligger i at en gjennom dokumentundersøkelsen kan bygge under og forsterke funn fremskaffet gjennom andre undersøkelser (Yin, 2009). Dette er da sett i kontekst av en og samme caseundersøkelse.

Svakheten knyttes først og fremst til dokumentenes validitet og reliabilitet ettersom plandokumentene kan være justert i etterkant. (Yin, 2009, s. 102) viser til dette som "*partisk rapportering*". Med utgangspunkt i planenes kontinuerlige oppdatering og den generelt store mengden dokumenter lagt med i databasen, knyttes det også en svakhet til identifisering av relevante dokumenter. Ettersom dokumentene som studeres også er utarbeidet for et annet formål enn denne oppgaven, kan det i slik som beskrevet under kapittel 2.2.4, knyttes en svakhet til forholdet mellom dokumentenes formål og oppgavens formål. Dette øker vanskeligheten for innsamling av relevant dokumentasjon. Det kan også stilles spørsmål ved dokumentenes troverdighet og validitet slik som beskrevet i siste avsnitt under delkapittel 2.6.1.

## 2.7 Håndtering av innsamlet data

Ved å benytte seg av de kvalitative metodene beskrevet i avsnittene over, fremskaffes en omfattende mengde rådata i form av tekst og observasjoner. For at dette skal kunne anvendes med den hensikt å besvare problemstillingen og de tilhørende forskningsspørsmålene, må innsamlet rådata struktureres, systematiseres og kategoriseres (Jacobsen, 2015; Tjora, 2021). Ved analysing av innsamlet data er innholdsanalyse og prosessanalyse benyttet i henhold til (Jacobsen, 2015) sin beskrivelse. Ved førstnevnte vektlegges kategorisering av de data som er samlet inn med den hensikt å belyse kausale sammenhenger. Gjennom en prosessanalyse siktes det etter å belyse sammenhengen mellom hendelser fra et tidsperspektiv. Ved analysing av fremskaffet data i denne oppgaven er en kombinasjon av begge former benyttet. Innholdsanalysen benyttes i forbindelse med analysing av data fremskaffet gjennom intervju og observasjon. Prosessanalysen er benyttet ved analysing av plandokumenter ettersom fremdriftsplanene var jevnlig oppdatert, var det det dermed mulig å undersøke grad av eventuelle endringer i planene.

### 2.7.1 Innholds- og prosessanalyse

Som et innledende ledd i håndteringen av innhentet data, ble intervjuene transkribert i sin helhet ved hjelp av et opptak etter endt intervju. Gjennom observasjonene ble det gjort korte notater. Kort tid etter møtene, samme dag, ble notatene grundig utskrevet.

Etter intervjuene er transkribert, dokumentene undersøkt og observasjonene skrevet ned, er dataen kategorisert i henholdsvis to steg; først åpen koding, deretter aksial koding. Denne tilnærmingen kan sees i sammenheng med kodingen knyttet til en stegvis-deduktive (SDI) strategien beskrevet av (Tjora, 2021, s. 72). Ved bruk av SDI modellen koder en på ett nivå fremfor to nivåer som ved innholdsanalyse. Målet med dette er å skille ut essensen av det empiriske materialet, redusere materialmengden og danne et grunnlag for idegenerering og refleksjon. Ved første koding i innholdsanalysen tar en for seg en innledende analysing og kategorisering av rådata, eksempelvis

transkriberingen av intervjuet i sin helhet (Jacobsen, 2015). Her samles de deler av transkriptet som omhandler samme tema eller situasjon inn under en kategori. I dette arbeidet kategoriseres og samles dataene innledningsvis etter det som er relevant i forhold til forskningsspørsmålene presentert under kapittel 1.2.

Gjennom den aksiale kodingen kategoriseres den allerede kategoriserte dataene ytterligere etter nye kategorier identifisert etter den første kodingen. Dette kan være underkategorier til hovedkategoriene identifisert ved første koding. Underkategoriene i denne oppgaven er basert på det teoretiske rammeverket utviklet gjennom litteraturundersøkelsen, samt deltemaer som er identifisert gjennom intervju og observasjon.

Deretter søkes det etter funn som på beskrivende vis kan besvare problemstillingen, samt kausale sammenhenger mellom deltemaene i hver underkategori. Her settes dataene fra intervju, observasjon og dokumentasjon opp mot hverandre for å belyse i hvilken grad funn de ulike metodene frembringer henger sammen og eventuelt kan bekreftes eller avkreftes. Dette taler til en viss grad mot formålet til problemstillingens formulering beskrevet under kapittel 2.1.1, ettersom problemstillingen er beskrivende fremfor forklarende formulert. Til tross for dette oppleves det som svært viktig å belyse eventuelle sammenhenger som kan forklare hvordan funnene henger sammen.

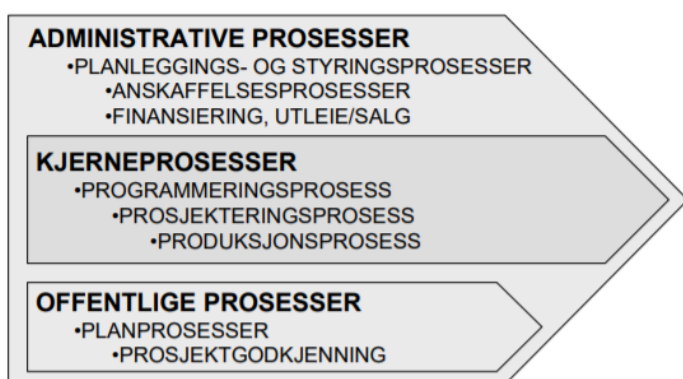
Ved analysen av plandokumentene ble planenes oppdatering, samt oppdateringens innhold, undersøkt. Dette går inn under prosessanalyse ettersom hensikten med plananalysen er å belyse om og hvordan planene er endret underveis. Deretter ble dette sett i sammenheng med data innsamlet gjennom intervju og observasjon, med den hensikt å vise til potensielle årsaker til planenes oppdatering.

## 3 Teoretisk Rammeverk

Dette kapitlet har til hensikt å skape et teoretisk rammeverk for de resultatene som er hentet inn gjennom caseundersøkelsen, samt skape et tilstrekkelig diskusjonsgrunnlag. I forbindelse med dette er teorien hovedsakelig delt inn i fem følgende deler; byggeprosessens delfaser og delprosesser, plan- og styringsprosesser, sentrale elementer ved fremdriftsplanlegging, karakteristiske trekk ved gjennomføring av bygningsrenoveringer, og til slutt LPS og dens prinsipper. Ettersom denne oppgaven er en fortsettelse av fordypningsoppgaven min (Nicolaisen, 2021), faller det seg naturlig å benytte seg av deler av fordypningsoppgaven. Teorien i delkapittel 3.1, bortsett fra første og siste avsnitt, samt delkapittel 3.3.2, er dermed hentet direkte fra fordypningsoppgaven. Delkapittel 3.4.1 og 3.4.2 er basert på teorien og resultatene fra intervjuundersøkelsen benyttet i fordypningsoppgaven.

### 3.1 Byggeprosessens inndeling i faser og prosesser

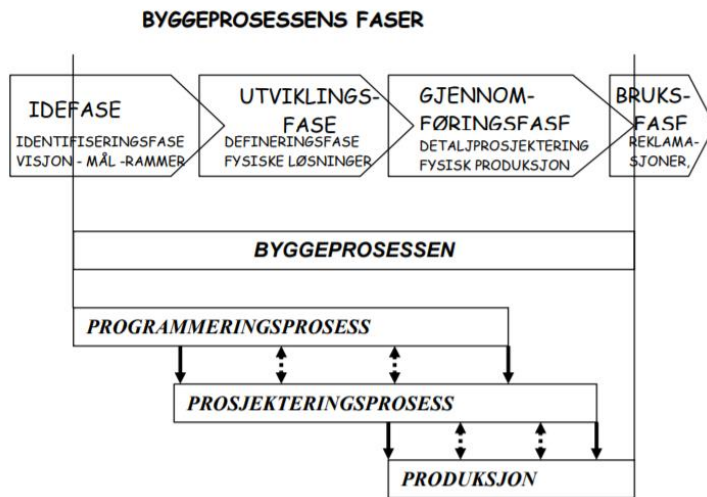
Tradisjonelt sett starter et byggeprosjekt som en ide og utvikles videre gjennom en rekke omfattende prosesser og delfaser frem til prosjektet da er ferdigstilt og klart for bruk. Byggeprosessen i sin helhet tar for seg delprosesser som planlegging, styring, kontraheringer og innhenting av kompetanse og aktører, finansiering, regulering, byggemelding og godkjenning, programmering, prosjektering, produksjon, ferdigstillelse, overlevering/innflytting osv. (Hansen, 2019). De ulike delprosessene kan videre fordeles inn i ulike kategorier. (Eikeland, 1999) deler byggeprosessen inn i administrative, offentlige og kjerneprosesser slik som illustrert i figur 4. (Hansen, 2019) benytter seg av delvis samme modell, men legger til en ytterligere inndeling, altså økonomiske prosesser. I fordypningsoppgaven (Nicolaisen, 2021) er Eikeland sin modell for byggeprosessen benyttet, og vil derfor også bli benyttet i denne oppgaven. Modellene tar i utgangspunktet for seg de samme prosessene, men i (Hansen, 2019) sin modell er finansiering og utleie/salg betegnet som en egen økonomisk prosess.



**Figur 4 Byggeprosessens delprosesser, (Eikeland, 1999, s.22).**

Slik figur 4 illustrerer tar kjerneprosessene for seg en analog eller digital og fysisk fremstilling av selve prosjektet, i form av prosjektering og produksjon, der det nødvendige informasjonsgrunnlaget hentes inn gjennom programmeringsprosessen. Dette kan eksempelvis være byggetekniske krav og forskrifter, grunnundersøkelser, informasjon om brukernes og samfunnets behov og ønsker. De administrative

prosessene løper parallelt med kjerneprosessene og har til hensikt å planlegge, styre, koordinere og legge til rette for prosjektets kjerneprosesser. De offentlige prosessene er en forutsetning for at en kan gå i gang med byggeprosessen. Byggeprosessen i sin helhet er dermed avhengig av at alle prosessene blir tatt i betraktning. Videre kan byggeprosessen deles opp i forskjellige delfaser som viser til hvilke stadier en befinner seg i igjennom byggeprosessen fra det tidspunkt prosjektet er en ide til prosjektet er ferdigstilt, slik som illustrert i figur 5.



**Figur 5 Byggeprosessens delfaser, (Eikeland, 1999, s.34).**

Som figur 5 illustrerer kan byggeprosessen også deles inn i faser som viser til prosjektforløpets ulike stadier og beslutningspunkter. Innledningsvis i byggeprosessen, altså idefasen, avklares prosjektets rammer, formål og visjon opp mot prosjekteiers og brukerens ønsker og behov slik (Samset, 2014b) har beskrevet. Denne typen innsamling av informasjon inngår i programmeringsprosessen. De beslutninger som blir tatt under idefasen har dermed en betydelig innvirkning på prosjektets ytre effektivitet og dermed konsekvenser for prosjektets sluttresultat (Eikeland, 1999). I neste fase redegjøres og utvikles prosjektspesifikke løsninger basert på de rammer og mål som er etablert fra idefasen. Dette legger grunnlaget for de fysiske løsningene som blir produsert i neste fase og har derfor en innvirkning på prosjektets indre effektivitet, samt ytre effektivitet. Begrepene indre og ytre effektivitet viser til hvilke prioriteringer en legger til grunn ved vurdering av prosjektgjennomføring (Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Med fokus på indre effektivitet vektlegges de mer tradisjonelle kriteriene for suksessopnåelse, altså kost, tid og kvalitet, hvor begrepet ytre effektivitet vektlegger prosjekteiers og brukerens mål, krav og prioriteringer.

Ved gjennomføringsfasen utvikles de fysiske løsningene basert på produksjonsunderlaget utarbeidet gjennom prosjekteringen, som igjen er basert på de planer etablert under de foregående delfasene. Modellen presentert i figur 5 viser også til hvordan kjerneprosessene er avhengig av hverandre. Prosjekteringen er avhengig av å produsere på et tilstrekkelig informasjonsgrunnlag utarbeidet gjennom programmeringsprosessen, og produksjonen avhenger av at produksjonsunderlaget i form av byggetegninger er etablert før en går i gang med den fysiske utførelsen. I en undersøkelse utført av (Lindhard *et al.*, 2020) vises det til at den vanligste årsaken til forsinkelser under produksjon kan spores tilbake til prosjekteringsprosessen. Grunnen til dette er omfattende og sammensatt. Beskrevet i korte trekk skyldes dette at prosjekteringen



omfatter en lang rekke fag som er gjensidig avhengig av hverandre, hvor koordineringen og styringen av dette fort kan bli krevende og komplekst.

Kjerneprosessene kan utføres delvis parallelt slik som illustrert i figur 5 ovenfor, men dette er også delvis prosjektspesifikt (Eikeland, 1999). I likhet med figur 5 tar ikke denne modellen for seg en perspektivspesifikk inndeling. Det er tydelig at utførende i størst grad er involvert i gjennomføringsfasen, men dette avhenger også av hva slags kontraktstrategi og gjennomføringsmodell som er lagt opp av prosjekteier. En mer detaljert fasemodell ved navn «neste steg» utviklet av Bygg21, tar for seg et prosjekt "*fra vugge til grav*", altså fra det tidspunktet prosjektet er en ide til bygget avvikles (Bygg21, 2017, s. 3). Modellen består innledningsvis av strategisk definisjon, og deretter program og konseptutvikling, bearbeiding av valgt konsept, detaljprosjektering, produksjon og leveranser, overlevering og ibrukstakelse, bruk og forvaltning og til slutt avvikling. Den største forskjellen på Bygg21 sin fasemodell og modellen gitt av Eikeland, er at «neste steg»-modellen tar for seg offentlig-, utførende-, bruker- og eierperspektivet. Modellen er lagt opp slik at all informasjon og beslutninger som er nødvendig for hver delfase fra de fire perspektivene blir belyst direkte i modellen, og kan justeres etter prosjekttype.

Det er ingen bestemt fasit for hvilken modell for fase og prosessinndeling som bør benyttes, ettersom aktørenes grad av involvering vil variere gjennom prosjektforløpet avhengig av byggherrens utforming av kontraktstrategi. Prosjekteier er eksempelvis hovedsakelig involvert i idefasen i motsetning til utførende. Dette reflekteres i fasemodellen benyttet av Veidekke presentert i delkapittel 4.2.2, der idefasen ikke er inkludert i modellen. Ettersom Eikeland sin modell for faseinndeling er benyttet i fordypningsoppgaven, vil den også bli benyttet i denne oppgaven.

## 3.2 Plan og styringsprosesser

Som et resultat av en fragmentert og kompleks byggenæring er en i henhold til (Hansen, 2019) i et byggeprosjekt avhengig av å skape seg oversikt over alle aktuelle oppgaver og aktiviteter gjennom god prosjektstyring, tydelig ansvarsfordeling og kommunikasjon. I tilknytning til dette er funksjonene innad i de administrative prosessene sentral i byggeprosessen. De administrative prosessene er bestående av en rekke aktiviteter som kan sorteres inn i følgende tre hovedgrupper; planleggings- og styringsprosesser, anskaffelsesprosesser og prosjektledelsen. Førstnevnte tar for seg aktiviteter som planlegging, oppfølging og styring av kostnader, ressurser, tid og framdrift, samt håndtering av informasjon og dokumentasjon. Prosjektledelsen er det nærmeste leddet til byggherren og har til hensikt å styre prosjektet innen dens gitte rammer fra et overordnet nivå gjennom delfasene (Hansen, 2019), hvor organiseringen av prosjektledelsen og deres innflytelse i stor grad vil styres av valgt kontraktstrategi (Lædre, 2009). (Hansen, 2019, s.130) viser til følgende tre viktige punkter prosjektledelsen må ha i fokus gjennom prosjektforløpet;

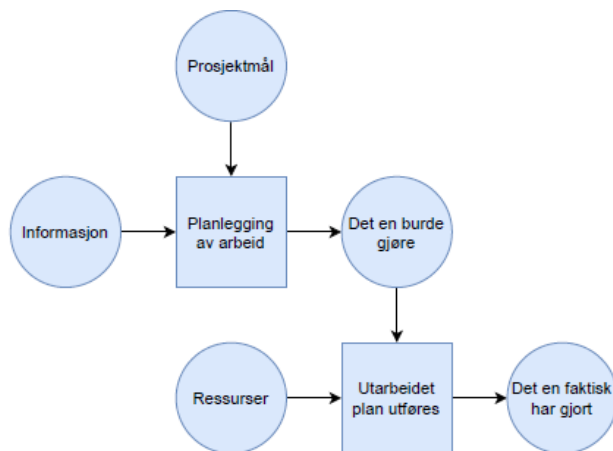
- «Utvikle og forankre målene for prosjektet både hos byggherre og i prosjektorganisasjonen».
- «Legge komplette og realistiske planer med tydelige milepæler og aktiviteter»
- «Tett oppfølging og rapportering når det gjelder framdrift, kostnader og kvalitet»

Anskaffelsesprosessen tar for seg innhenting av de ressurser som er nødvendig for å realisere prosjektet. Dette kan være ressurser i form av materialer og teknologi, samt menneskelige ressurser i form av kapasitet, erfaring og kompetanse (Eikeland, 1999).

Hvordan disse ressursene anskaffes og organiseres styres hovedsakelig av etablert gjennomføringsmodell og dens utforming (Rolstadaas et al., 2020). Modellen legger betydelige føringer for organiseringen og styringen av prosjektgjennomføringen, samt samspillet og rolle- og ansvarsfordelingen mellom prosjektets aktører (Hansen, 2019). Dette gjøres blant annet gjennom valgt kontraktstrategi slik som beskrevet av (Lædre, 2009).

### 3.2.1 Pull og Push-planlegging

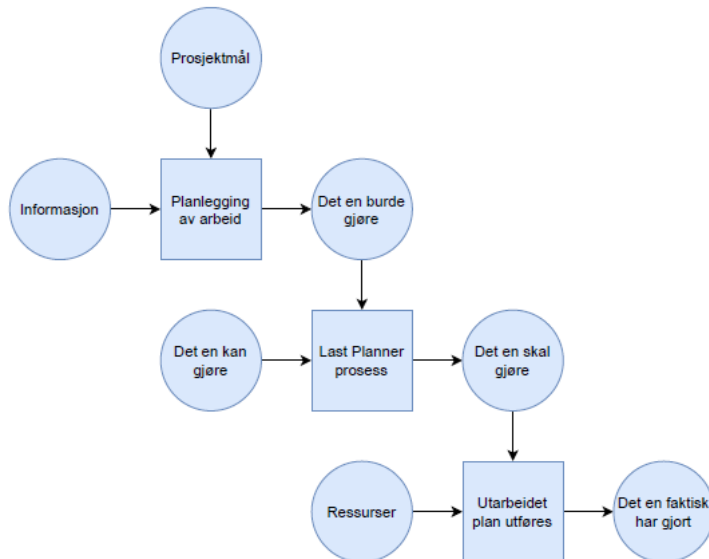
I henhold til (Kalsaas, 2017) skiller (Ballard, 2000) mellom push- (skyv) eller pull- (bakover) planlegging som to sentrale systemer innen planlegging av byggeprosjekter. Denne betegnelsen viser til hva som legges til grunn for planleggingen og selve utførelsen av det som er planlagt. Førstnevnte defineres som et system hvor en frigir materialer og informasjon kun basert på forhåndsbestemte tidsfrister. Ballard anser dette til å være den tradisjonelle formen for planlegging av byggeprosjekter, hvor prosjektrelaterte ressurser koordineres og styres basert på forhåndsbestemte datoer og planer, ofte en form for hovedplan utarbeidet av prosjektledelsen. Hvordan informasjon og beslutninger flyter gjennom et slikt system er illustrert i figur 6. Systemets svakhet ligger i at styringen av prosjektgjennomføringen utføres basert på forhåndsbestemte datoer og planer, og ikke nødvendigvis prosjekteringens eller produksjonens faktiske forhold. Dette reduserer evnen til å kontrollere utførelsen og eventuelle avvik fra plan, som dermed kan resultere i et betydelig avvik mellom det en burde gjøre og det en faktisk har gjort (Kalsaas, Skaar og Thorstensen, 2015). En nærmere beskrivelse av hvordan denne formen for planlegging kan forbindes med det tradisjonelle plansystemet er gitt under delkapittel 3.2.2.



**Figur 6, Tradisjonell push-planlegging, (Ballard, 2000, s. 3-12).**

I motsetning til push-systemet har pull-systemet til hensikt å frigi relevant informasjon eller materialer basert på fastsatte tidsfrister og systemets tilstand (Ballard, 2000). Når det gjelder byggeprosjekter definerer (Kalsaas, Skaar og Thorstensen, 2015) pull-mekanismen som en nedstrøms arbeidsprosess hvor planleggingen av arbeidet baseres på tilstanden og behovet til oppstrøms aktiviteter. Dette er illustrert i figur 7 der en har innført et ytterligere kontroll ledd mellom det en burde gjøre og det en har gjort. Det nye tillegget har til hensikt å redusere informasjonsgapet mellom hva som burde blitt gjort og hva som er blitt gjort. (Ballard, 2000) viser til dette som en mekanisme der en transformerer hva som burde bli gjort, gjennom involvering av fagansvarlige som forman og bas, til hva en kan gjøre. Med innspill fra de fagansvarlige gjøres det bestemmelser

for hva som skal gjøres basert på en vurdering ut ifra de begrensninger en har i forhold til tilgjengelig kapasitet og ressurser. Selve Last Planner prosessen og hvilket plannivå pull-mekanismen inngår i er beskrevet nærmere under delkapittel 3.5.1. Slik figur 7 illustrer er rammeverket LPS å anse som en form for pull-system, og oppnås ved å involvere de fagansvarlige i planleggingen før produksjonen igangsettes.



**Figur 7 plansystemet for pull-planlegging, (Ballard, 2000, s. 3-15).**

Innen planlegging av byggeprosjekter generelt er det ikke slik at planleggingen defineres som et rent push eller pull system, men heller en naturlig kombinasjon av begge (Kalsaas, Skaar og Thorstensen, 2015). Dette kommer av at enkelte fagområder, eksempelvis betongarbeider, strengt tatt ikke kan planlegges i detalj på forhånd blant annet grunnet transport og betongens herdeegenskaper. Innen LPS er pull-systemet et sentralt element (Kalsaas, 2017), men også her er det til en viss grad blanding av pull- og push planlegging. Kalsaas viser til (Kalsaas, Skaar og Thorstensen, 2015) hvor det argumenteres at en ren form for pull-planlegging ved bruk av LPS er en idealtilstand en forsøker å oppnå. Push planleggningssystemet benyttes dermed bare der det ikke lar seg gjøre å benytte seg av pullplanlegging.

### 3.2.2 Tradisjonelle planleggingsrinsipper og -metoder

Prosjektledelse og planlegging er et svært omfattende tema, men tar i bunn og grunn for seg en utredelse av hva et prosjekt skal utføre/skape, hvordan prosjektet skal gjennomføres og av hvem, samt til hvilket tidspunkt (Pinto, 2020). Innen den tradisjonelle prosjektledelsestilnærmingen er prosjektets nedbrytningsstruktur (WBS) et grunnleggende og sentralt plan- og styringsmiddel (Bonnier og Kalsaas, 2017). Gjennom denne nedbrytningsstrukturen brytes prosjektet stegvis ned i uavhengige elementer, delleveranser, komponenter o.l. (Rolstadås *et al.*, 2020). Nedbrytningsstrukturen er avgjørende i forhold til oppfølgingen av prosjektgjennomføringen, og legger grunnlaget for videre planlegging, usikkerhetshåndtering og samspillet mellom prosjektet aktører (Sutrisna, Ramanayaka og Goulding, 2018; Project Management Institute, 2019; Rolstadås *et al.*, 2020). Dette betegnes av (Ballard, 2000) som et push-system ettersom prosjektgjennomføringen baseres på nedbrytningsstrukturen og de tilhørende plannivåene.

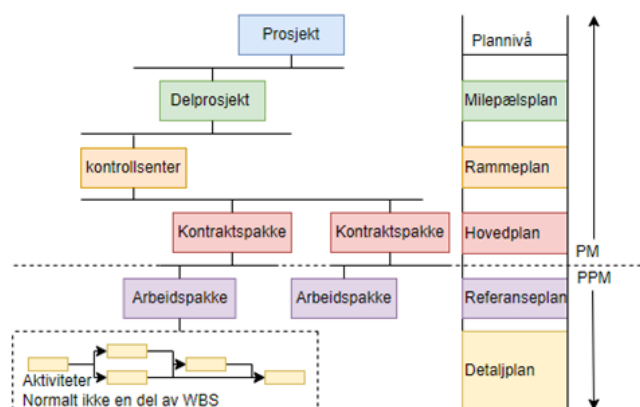
Når det kommer til styringsnivå og ansvarsinndeling skiller (Olivieri *et al.*, 2019) mellom funksjonen prosjektledelse (PM) og prosjekt produksjonsledelse (PPM).

Prosjektledelsesfunksjonen kan sees i sammenheng med håndtering av de øvre nivåene i en WBS-struktur slik som illustrert i figur 8. PPM kan slik ordlyden tilsier sees i direkte sammenheng med planleggingen, koordineringen og styringen av produksjonsaktiviteter.

Det er ingen fasit for struktureringen av en WBS, men dens utforming avhenger i stor grad av prosjektets mål, omfang, kompleksitet (Rolstadaas *et al.*, 2020) og valgt kontraktstrategi (Lædre, 2009). I figur 8 er det gitt et eksempel på en omfattende prosjektnedbrytningsstruktur relevant for større prosjekter. Det er utviklet en rekke retningslinjer for utarbeidelse av en WBS (Project Management Institute, 2019), deriblant detaljeringsgraden til det laveste nivået. Det laveste nivået i en WBS betegnes av (Hussein, 2016; Rolstadaas *et al.*, 2020; Pinto, 2020) som en arbeidspakke, og kjennetegnes med følgende prinsipper;

- Elementet har et tydelig start og sluttunkt.
- Kostnad og varighet for arbeidspakker kan estimeres.
- Arbeidspakken kan tildeles en ansvarlig person eller gruppe innad prosjektorganisasjonen.
- Arbeidspakkene er uavhengig av hverandre.

I forbindelse med byggeprosjekter kan en arbeidspakke sees i sammenheng med byggeprosjekters delfaser eller fagområder, eksempelvis grunnarbeid, oppføring av råbygg og lukking av bygg (Hansen 2019). Detaljeringsgraden til det laveste nivået er begrenset i den grad at spesifikke produksjonsaktiviteter ikke er inkludert i strukturen slik som illustrert i figur 8. I de ulike nivåene i en prosjektnedbrytningsstruktur følger det også forskjellige planleggingsnivåer som illustrert av (Rolstadås *et al.*, 2020) i figur 8.



**Figur 8 prosjektnedbrytningsstruktur med tilhørende plannivå, (Rolstadås *et al.*, 2020, s.166).**

Plannivåene er i likhet med prosjektnedbrytningen fordelt med hensyn på planenes detaljeringsgrad, men ikke nødvendigvis i forbindelse med hvor langt frem i tid en planlegger for. (Hansen, 2019, s.132) viser til planinndeling gitt av (Ballard, 1999) som er rettet mot tidsplanleggingen av prosjektet. Inndelingen består av følgende plannivåer;

- Hovedfremdriftsplan (Kontraktbaserte mål)
- Faseplan (Kjerneprosessenes faseinndeling, eksempelvis grunnarbeider, råbygg osv.)
- Periodeplan (Potensielle aktivitetssammensetninger)
- Treukersplan (Aktiviteter over en treukers periode som skal utføres)

Selv om de overnevnte planene ser ut til å ha fokus på to forskjellige områder, altså detaljeringsgrad og tidsperspektiv, er formålet med planene det samme; å belyse aktiviteter som skal utføres, ansvarsfordelingen av aktivitetene, start og sluttunkt, aktivitetenes ressursbehov, samt koordinere rekkefølgen og avhengighetene mellom de identifiserte aktivitetene. Øverst på plannivået etter figur 8 er milepælsplan som viser til en sekvensiell inndeling av viktige hendelses- og resultatpunkter gjennom prosjektforløpet uten at en spesifikk utførelsesbeskrivelse er gitt (Hussein, 2016). En milepælsplan fungerer i henhold til (Rolstadaas et al., 2020) på to nivåer, prosjekt- og aktivitetsnivå. Sistnevnte kan sees i tråd med ferdigstillelse av større prosjekterings- og produksjonsaktiviteter i forbindelse med et byggeprosjekt. Rammeplanen omfatter kontroll- og beslutningspunkter og fungerer som et oppfølgingsverktøy for prosjekteier/eiere. Hovedplanen er i likhet med hovedfremdriftsplanen kontraktbasert ettersom planens aktiviteter utgjøres av kontraktpakker med utgangspunkt i kontraktstrategiens utforming. Her dannes grunnlaget for utarbeidelse av beslutningsplan, kontraheringsplan i forbindelse med innhenting av entreprenører og leverandører, samt innkjøpsplan (Hansen, 2019). Referanseplanen kan sees i sammenheng med faseplanen ettersom den består av det laveste nivået i en WBS, altså arbeidspakker. Detaljplanen omfatter de aktiviteter som er nødvendig for å ferdigstille en arbeidspakke. Det som skiller detalj- og referanseplanen fra de resterende plannivåene er først og fremst detaljeringsgraden, men også at det er disse planene som blir lagt til grunn for fremdriftsplanleggingen av prosjekterings- og produksjonsaktiviteter (Rolstadaas et al., 2020; Hansen, 2019).

Identifiserte prosjekterings- og produksjonsaktiviteter koordineres og styres hovedsakelig gjennom Gantt- og nettverksdiagrammer, og er blant de mest brukte metodene i forbindelse med fremdriftsplanlegging av byggeprosjekter (Hansen, 2019). Førstnevnte metode omfattes av aktiviteter og milepælspunkter hvor aktivitetene er plassert langs en vertikal akse og aktivitetenes varighet betegnes med en horisontal strek (Rolstadaas et al., 2020). Milepælspunkter indikeres normalt sett med trekanten eller romber langs den horisontale aksene. Metoden har sine fordeler i at den er enkel i bruk og at den skaper oversikt over planlagte aktiviteter. Avhengig av hvordan en velger å forme diagrammet kan det benyttes i forbindelse med fremdriftsoppfølging, samt belyse avhengigheter mellom aktivitetene ved hjelp av et lenket Gantt diagram (Rolstadaas et al., 2020). Metoden har derimot den ulempe at det bare synliggjøres når en aktivitet skal påbegynnes og ferdigstilles, ikke aktivitetenes ressursbehov gjennom aktivitetsforløpet som har en betydelig effekt på aktivitetens varighet.

Nettverksdiagrammer viser til en skjematisk fremstilling av planlagte aktiviteter bestående av linjer og punkter. Avhengig av hva en velger å definere som aktivitet kan nettverksdiagrammer komme i form av Activity On Node (AON-nettverk) eller Activity On Arrow (AOA-nettverk) hvor førstnevnte er den mest utbredte versjonen. Linjene i et AON-nettverk viser til avhengighetene og eventuelt et tidsrom mellom aktiviteter. Med begrepet avhengigheter siktes det til når en aktivitet kan påbegynnes og ferdigstilles basert på status til foregående aktivitet slik som illustrert av (Hussein, 2016, s.92). I

motsetning til et Gantt-diagram kan et AON-nettverk med økende mengde aktiviteter og avhengigheter fort bli uoversiktlig og vanskelig å forstå (Rolstadaas et al., 2020).

Det som skiller de to metodene fra hverandre er ikke bare måten en fremstiller og analyserer aktiviteter på, men også metodenes anvendelsesområde med tanke på plannivå (Rolstadaas et al., 2020). Gantt-diagrammet benyttes normalt sett i forbindelse med ramme- og hovedplan, hvor nettverksdiagrammer benyttes i forbindelse med referanse og detaljplan. Ettersom referanseplanen utgjøres av arbeidspakker og ikke spesifikke aktiviteter kan en på dette plannivået benytte seg av begge metodene, men dette avhenger av antall arbeidspakker. Gantt-diagrammet er i motsetning til et AON-nettverk bedre tilpasset for en større mengde elementer/aktiviteter.

I følge (Pinto, 2020; Rolstadaas et al., 2020) ansees Critical Path Method (CPM) og Program Evaluation and Review Technique (PERT) til å være de vanligste metodene i forbindelse med nettverksplanlegging og analysing. PERT skiller seg fra CPM med at varighetsestimatene for førstnevnte er estimert under usikkerhet hvor en ved bruk av CPM forholder seg til deterministiske estimater. CPM er i følge (Kalsaas, Skaar og Thorstensen, 2015) basert på en push-mekanisme, og er innen byggenæringen betraktet som en tradisjonell form for fremdriftsplanlegging (Bonnier og Kalsaas, 2017; Cwik og Rosłon, 2017; Wong og Ahmed, 2018; Olivieri *et al.*, 2019). At CPM er basert på en push-mekanisme kan begrunnes med at aktivitetsnettverket metoden har til formål å analysere, tar utgangspunkt de øvre nivåene i en WBS og ikke nødvendigvis de faktiske forholdene under produksjon.

CPM har til formål å beregne nettverkets totale varighet, kritisk vei, samt belyse nettverkets grad av fleksibilitet (Pinto, 2020). Begrepet fleksibilitet viser til differansen mellom tidligst og senest mulig start eller slutt punkt for en aktivitet, med andre ord "tilgjengelig ekstra tid for aktiviteten" også definert som flyt (Husseini, 2016, s.94). Økt mengde flyt gjør at en aktivitet er mer tilbøyelig for uforutsette endringer og dermed mer fleksibel. Begrepet kritisk vei viser til en sammensetning eller kjede av aktiviteter fra start til slutt uten flyt. Om en aktivitet i den kritiske aktivitetssammensetningen blir utsatt for endring vil dette påvirke den totale varigheten til nettverket. I følge (Olivieri *et al.*, 2019) påpekes det at metoden hovedsakelig benyttes i forbindelse med kritisk vei analysen, men at CPM også benyttes som kontraktuelle krav fra prosjekteier sin side. Gjennom denne metoden kan en på et relativt tidlig tidspunkt belyse hvilke aktiviteter som har størst effekt på prosjektets varighet (Dallasega, Marengo og Revolti, 2021), samt måle i hvilken grad det er mulig å gjennomføre prosjektet etter utarbeidet fremdriftsplan (Cwik og Rosłon, 2017). At metoden er utbredt er også en fordel i og med at metoden og dens bruk er godt kjent innen byggenæringen og at en rekke programmer er utviklet for å optimalisere bruken av metoden.

Til tross for at metoden er mye anvendt i forbindelse med fremdriftsplanlegging av byggeprosjekter, er det knyttet betydelige svakheter til metoden. Først og fremst påpekes det av (Olivieri *et al.*, 2019) at CPM som metode i forbindelse med koordinering, styring og oppfølging av den fysiske gjennomføringen av et byggeprosjekt, altså PPM, ikke er passende. Dette kan relateres til at metoden er en form for push-planlegging hvor produksjonsstyringen ikke baseres på den faktiske tilstanden og fremdriften til produksjonsaktiviteter, samt at en benytter seg av deterministiske estimater. Ved å benytte seg av deterministiske estimater tar en med andre ord ikke hensyn til usikkerheten og variabiliteten knyttet til produksjonsaktiviteter som ansees til å være en iboende egenskap ved byggeprosjekter generelt (Ballard og Tommelein, 2016). Metoden

legger dermed ikke til rette for identifisering av eventuelle avvik fra plan før de oppstår, samt gjenopprettende tiltak (Dallasega, Marengo og Revolti, 2021). Dette ansees til å bygge opp under argumentet for at CPM ikke er godt egnet ved prosjekter preget av usikkerhet, kompleksitet og variabilitet (Kalsaas, Skaar og Thorstensen, 2015).

### 3.3 Sentrale elementer ved fremdriftsplanlegging

Som beskrevet under kapittel 3.2.2 har fremdriftsplanleggingen i forbindelse med byggeprosjekter den hensikt å formidle hva som må gjøres og hvem som skal gjøre det til en bestemt tid, eventuelt i en bestemt rekkefølge. For at en skal oppnå dette må en rekke sentrale funksjoner og elementer være til stede for å oppnå en optimal fremdriftsplanlegging og dermed en forutsigbar produksjon med god arbeidsflyt (Hansen, 2019; Pinto, 2020; Rolstadås *et al.*, 2020). Dette er funksjoner som blant annet håndtering av usikkerhet og tilrettelegging for samspill og kommunikasjon mellom prosjektets aktører. Disse tre elementene og betydningen av dem er beskrevet i delkapitlene under.

#### 3.3.1 Flyt og forutsigbarhet

I hvilken grad en oppnår flyt og forutsigbarhet under produksjon er avhengig av en rekke forhold, men dette oppnås hovedsakelig gjennom planleggingsprosessen og henger tett sammen med faktorene usikkerhet, kommunikasjon og samspill. Men det bør også påpekes at begrepet flyt ikke har en entydig betydning. Ved beregning av aktivitetsnettverk som beskrevet under kapittel 3.2.2, defineres begrepet flyt som differansen mellom senest og tidlig mulig start eller slutt punkt for en aktivitet (Hussein, 2016; Rolstadås *et al.*, 2020). Dette kan til en viss grad sees i sammenheng med beskrivelsen av begrepet flyt gitt av (Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013, s.79). I likhet med flyt sin betydning i tilknytning til beregning av aktivitetsnettverk, omfatter grad av flyt det som skjer mellom to verdiskapende prosesser. Det siktes ikke her bare til varigheten mellom to prosesser, men også hvorvidt det som skjer mellom de to prosessene er verdiskapende eller ikke. Ikke-verdiskapende aktiviteter kan eksempelvis være venting, unødvendig flytting av verktøy og materialer, ad-hoc planlegging mellom aktiviteter, midlertidig avbrytning av aktivitet. (Kalsaas, 2017, s. 37) beskriver flyt i prosjektrelatert produksjon som *«at aktiviteter utføres i riktig rekkefølge, det vil si fundert på en god metode, uten vesentlig venting, riktig utførelse første gangen osv.»*. For å oppsummere viser begrepet flyt til hvorvidt arbeidet flyter gjennom planlagte aktiviteter uten vesentlige start og stopp hendelser.

Forhold som påvirker grad av flyt kan blant annet knyttes til begreper som fleksibilitet, prosessvariabilitet, flytvariabilitet og gjennomsliktighet (Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Fleksibilitet i byggeprosessen er et omfattende tema og beskrives derfor i korte trekk. Å tilrettelegge for fleksibilitet gjøres hovedsakelig gjennom planleggingsprosessen, der begrepet fleksibilitet viser til hvorvidt en er tilpasningsdyktig innen et gitt rammeverk (Hansen, 2019). Hensikten med dette er å gjøre prosjektgjennomføringen mer tilpasningsdyktig for uforutsette hendelser uten å redusere prosjektets indre effektivitet i noen vesentlig grad, og er i henhold til (Hussein, 2016) en sentral suksessfaktor ved prosjekter preget av høy usikkerhet. Om en uventet hendelse skulle oppstå, kan tilretteleggingen av en fleksibel gjennomføring eksempelvis sørge for at en ressurs flyttes fra et området til et annet uten å medføre betydelige tap i forhold til fremgang. En er dermed bedre rustet til å opprettholde flyten under produksjon om uforutsette hendelser skulle oppstå. Dette kan også ansees som et tveegget sverd fordi økt fleksibilitet også

medfører en økning i kostnad og usikkerhet ved beslutninger (Olsson, 2009; Rolstadås et al., 2020).

Prosessvariabilitet knyttes til hvorvidt aktivitetens varighet innen prosjektering og produksjon kan variere (Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Flytvariabiliteten defineres som usikkerheten til tidspunktet for når prosjekterings- og produksjonsaktiviteter skal igangsettes, og den informasjon og mengden ressurser en aktivitet trenger for å gjennomføres. Håndteringen av dette er en sentral del av planleggingsprosessen og henger tett sammen med planlegging av logistikk som beskrevet av (Hansen, 2019).

Begrepet gjennomsiktighet, viser til hvorvidt flyten i et produksjonssystem er synlig og forståelig for de involverte partene (Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). I kontekst av byggeprosessen kan dette relateres til hvorvidt de involverte partene er omforent med hva prosjektet skal resultere i og hva som kreves for å realisere byggeprosjektet innen det fastsatte rammeverket. Poenget med dette er å identifisere og håndtere prosjektrelatert variabilitet, som beskrevet i avsnittet over, og potensielle problemområder tidlig i prosjektforløpet. Dette kan også sees i sammenheng med usikkerhets- og kostutviklingen gjennom prosjektforløpet. Valg av gjennomføringsmodell legger betydelige forutsetninger for grad av gjennomsiktighet, og er beskrevet nærmere under delkapittel 3.3.3.

Forutsigbarhet sier noe om hvorvidt en kan forutsi hva en eventuell hendelse kan resultere i. Når det gjelder byggeprosessen siktes det etter å redusere usikkerheten rundt de beslutninger en tar slik at det eventuelle utfallet av en beslutningen blir mer forutsigbart. I henhold til (Samset, 2014) reduseres usikkerheten til en viss grad gjennom innsamling og håndtering av relevant informasjon som igjen øker forutsigbarheten sett fra beslutningstakeren sitt synspunkt. Slik som antydnet, vil ikke informasjonen alene medføre økt forutsigbarhet i byggeprosessen. Hvor informasjonen innhentes, hvordan den viderefremmes og håndteres er en av flere faktorer som påvirker grad av forutsigbarhet.

Hvor en innhenter informasjon vil variere med usikkerhetsmomentet en ønsker å redusere. Dette kan eksempelvis være informasjon fra lignende prosjekter, grunnprøver eller kompetanse og erfaring fra prosjektets aktører. Sistnevnte er å anse som en sentral informasjonskilde i forbindelse med planleggingen og gjennomføringen av byggeprosessen, ettersom hovedressursen i et byggeprosjekt er den kompetansen og erfaring personene/aktørene innehar (Hansen, 2019). Ved å skape forutsigbarhet under byggeprosessen er det også enklere å legge til rette for god flyt under produksjon. Men dette avhenger blant annet av at informasjonen flyter på tilstrekkelig vis mellom prosjektets aktører (Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Om relevant informasjon ikke sendes der det er nødvendig, vil heller ikke informasjonen ha den ønskede effekten på usikkerheten. En nærmere beskrivelse av usikkerhetsstyring og den betydning i forbindelse med byggeprosessen er gitt i delkapittelet under.

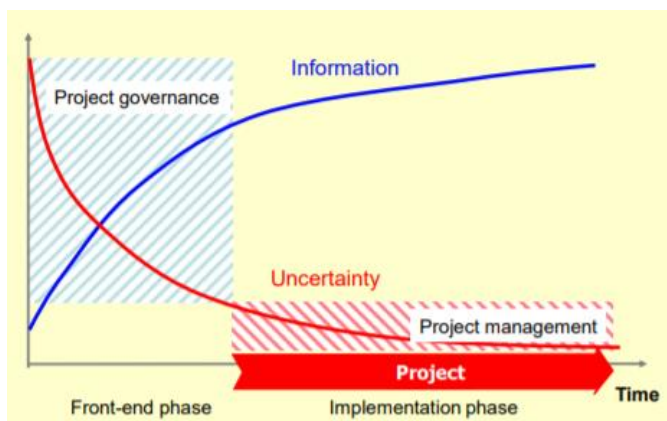


### 3.3.2 Usikkerhetsstyring gjennom planleggingsprosessen

Et sentralt tema i prosjektplanleggingen og -styringen er usikkerhetshåndteringen gjennom prosjektforløpet. En kontinuerlig og systematisk usikkerhetshåndtering er å anse som en betydelig forutsetning for å danne forutsigbarhet i planprosessene gjennom byggeprosessen (Hansen, 2019; Rolstadås *et al.*, 2020). Fra prosjektets idfase frem til bruksfasen er det alltid en eller annen form for usikkerhet knyttet til de valg og beslutninger som blir gjort underveis (Samset, 2014). Dette kan være usikkerhet knyttet til fastsatte kostnadsestimater, planlagte aktiviteter og tidsforbruk. Usikkerheten knyttet til byggeprosjekter generelt er et resultat av prosjektets omgivelser som er preget av kompleksitet og kontinuerlig forandring. (Rzadkowska, 2020) viser til komplekse systemer som et sammenhengende system bestående av flere enheter som er avhengig av hverandre. Altså jo flere enheter en har ansvar for, desto mer komplekst blir systemet og det stilles dermed høyere krav til koordinering og styring innad i systemet. Prosjekters grad av kompleksitet har også en betydelig effekt på prosjektets usikkerhetsbilde (Samset, 2014).

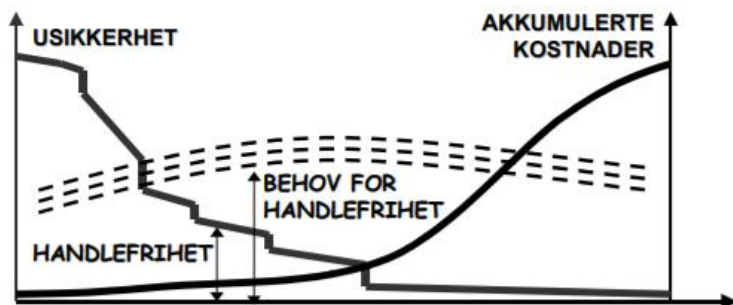
Når det kommer til begrepene risiko og usikkerhet benyttes disse begrepene ofte om hverandre når en snakker om potensielle hendelser med tilhørende usikkerhet og det potensielle utfallet (Samset, 2014; Rolstadås *et al.*, 2020). Rent praktisk er den tydeligste forskjellen mellom begrepene at konsekvensen av risikomomentet er kjent hvor konsekvensen eller utkommet knyttet til et usikkerhetsmoment ikke er kjent. (Torp *et al.*, 2018, s. 660) benytter seg av følgende definisjon av usikkerhet "*usikkerhet er en hendelse som om oppstår har positiv eller negativ effekt på et prosjekts mål*". I likhet med den overnevnte definisjonen viser (*Byggordboka - Usikkerhet, risiko og muligheter*, 2018) til risiko som den negative siden av usikkerhetsmomenter. (Uotila, Saari og Junnonen, 2020) viser derimot til at begrepet risiko også kan resultere i både positive og negative hendelser. Usikkerhet har dermed en sterk og tydelig sammenheng med risiko og muligheter på den måten at om det ikke eksisterer usikkerhet knyttet til beslutninger eller hendelser, eksisterer det heller ikke en risiko eller mulighet. I denne oppgaven benyttes den førstnevnte definisjonen av usikkerhet som omfatter både positive og negative utfall av en usikker hendelse (Torp *et al.*, 2018).

Prosjektspesifikk usikkerhet kommer i forskjellige former, men grunnlaget for all usikkerhet er hovedsakelig et resultat av mangel på relevant informasjon (Torp, Karlsen og Johansen, 2008; Samset, 2014), og har ifølge (Eikeland, 1999) en direkte innvirkning på byggeprosessens indre effektivitet. Det legges dermed mye fokus på et tidlig stadium på innsamling av informasjon gjennom programmeringsprosessen samt usikkerhets og risikostyring gjennom de administrative prosessene. (Samset, 2014) hevder at en kan skille mellom to ulike former for prosjektspesifikke usikkerheter, altså kontekstuelle og operasjonelle usikkerheter. Den kontekstuelle usikkerheten relateres til prosjektets ytre omgivelser og forholder seg ofte konstant gjennom prosjektforløpet. Dette er da usikkerhet knyttet opp mot de offentlige prosessene, og kan eksempelvis være usikkerhet knyttet til offentlige godkjenninger, politiske avgjørelser og teknologisk utvikling hvor en i motsetning til den operasjonelle usikkerheten har begrenset innflytelse og kontroll. Den operasjonelle usikkerheten kan knyttes til byggeprosessens kjerne og administrative prosesser og kjennetegnes med at usikkerheten reduseres etter hvert som relevant informasjon samles inn og beslutninger blir tatt slik som illustrert i figur 9 (Samset, 2014). Den operasjonelle usikkerheten er i motsetning til den kontekstuelle usikkerheten lettere å kontrollere ettersom den i all hovedsak styres av mengde relevant informasjon.



**Figur 9 usikkerhetsutvikling, (Samset, 2014, s.60).**

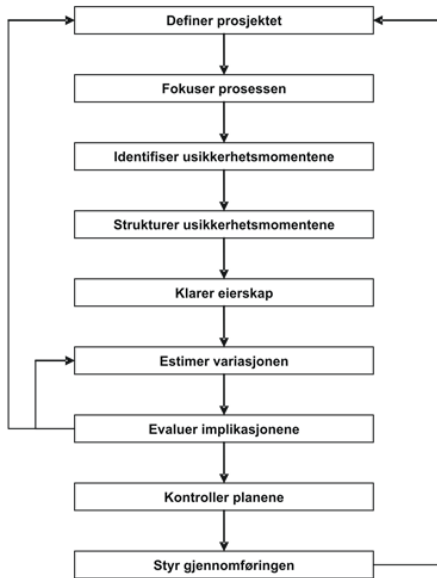
Slik figur 9 illustrerer er usikkerheten størst på det tidspunkt prosjektet bare eksisterer som en ide, og reduseres ettersom informasjon blir samlet inn og beslutninger blir tatt. Tilgang på informasjon er dermed et betydelig aspekt ved håndtering prosjektrelatert usikkerhet. Grad av usikkerhet styres samtidig ikke alene av tilgjengelig informasjon (Torp, Karlsten og Johansen, 2008). Det å fullstendig eliminere den prosjektspesifikke usikkerheten er i henhold til (Samset, 2014) en utopi, og er en tanke som skaper urealistisk og utilstrekkelig grunnlag for plan- og styringsprosessene. Men å samle inn nødvendig informasjon i tidligfase slik at de neste fasene blir utført på tilstrekkelig grunnlag er fortsatt svært viktig med tanke på akkumuleringen av kostnader og reduisering av handlerom gjennom prosjektforløpet slik som illustrert av (Eikeland, 1999) i figur 10.



**Figur 10 Usikkerhets- og kostnadsutvikling, (Eikeland, 1999, s. 37).**

(Torp *et al.*, 2018) viser til tre ulike tilnærmingsformer for håndtering av usikkerhetsfaktorer. Disse er proaktiv, interaktiv og reaktiv usikkerhetsstyring. Ved proaktiv usikkerhetshåndtering forsøker en på forhånd skape forutsetninger for forutsigbarhet ved å identifisere, analysere og håndtere usikkerhetsmomenter i forkant av en eventuell hendelse slik som illustrert i figur 11. Identifisering av usikkerhetsmomenter er en prosess som i likhet med prosjektplanlegging foregår på ulike stadier og nivåer i prosjekter generelt, eksempelvis Logisk Rammeverk Metoden som ofte benyttes i forbindelse med prosjekters konseptutvikling (Samset, 2014). Arbeidsmetodikker og verktøy som SWOT-analyse, risikomatrise og risiko/usikkerhetsregister benyttes ved analysering og evaluering av identifiserte usikkerhetsfaktorer, samt kvantifiseringer og kalkuleringer av usikkerhetsmomentenes effekt slik at de også kan evalueres deretter (Samset, 2014; Hussein, 2016; Torp og Klakegg, 2016; Torp *et al.*, 2018). Interaktiv usikkerhetshåndtering er en strategi for å kunne håndtere uforutsette hendelser som de oppstår uten å låse seg fast i en bestemt

plan eller løsning. Reaktiv usikkerhetshåndtering handler om å lære av det som er gjort, skape forbedringsmuligheter og bygge kompetanse for videre læring.



**Figur 11** Prosessbeskrivelse for usikkerhetsstyring, (Torp, Karlsen og Johansen, 2008, s.20), opprinnelig fra (Chapman og Ward 2003)

I kontekst av den proaktive formen for usikkerhetshåndtering viser (Torp og Klakegg, 2016) til følgende steg i prosessen; hensiktsbeskrivelse av analyse, identifisering av usikkerhetsmomenter, kvantifisering av usikkerhetselementenes effekt, kalkuleringer, konkludering og videreformidling av resultat, og til slutt utvikling av nødvendige tiltak for å handtere usikkerhetselementene. (Rolstadås *et al.*, 2020, s. 322) viser til følgende trinn i en risikostyringprosess; identifisering av risikomomenter, analysering av risikofaktorer, utarbeidelse av handlingsplan og til slutt risikooppfølging. Fellesnevneren for de overnevnte definisjonene og prosessbeskrivelsene for usikkerhets- og risikostyring, er at denne typen prosesser handler om å identifisere og analysere usikkerhetsfaktorer for at en deretter skal kunne etablere nødvendige planer og strategier for handtering og oppfølging av de identifiserte usikkerhetsmomentene (Samset, 2014; Hussein, 2016; Hansen, 2019).

### 3.3.3 Kommunikasjon og samspill

Kommunikasjon og samspill mellom prosjektets aktører er en forutsetning for at prosjektet blir realisert i henhold til de krav som er satt til tid, kvalitet, kost og bruksområdet (Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013; Hansen, 2019). I en spørreundersøkelse utført av (Lindhard og Larsen, 2016) kom det frem at faktorer som kommunikasjon og videreformidling av kunnskap og erfaring var ansett av prosjekteiere, rådgivere og utførende til å være blant de viktigste suksessfaktorene. Dette er spesielt relevant der prosjektgjennomføringen er avhengig av bidrag i form av kompetanse og ressurser fra flere enheter eller enkeltindivider innad i prosjektorganisasjonen, definert av (Hussein, 2016) som organisatorisk kompleksitet. Suksessfaktoren knyttet til kommunikasjon og tilstrekkelig informasjonsflyt er gjeldende fra det tidspunktet prosjektet initieres til prosjektet er ferdigstilt. Konsekvensene av utilstrekkelig kommunikasjon og samspill er mange og kan være avgjørende for prosjektets resultat. Betydningen av dette kan blant annet knyttes til at byggeprosjekters hovedressurs er personer og aktører i form av den kompetanse og erfaring de innehar (Hansen, 2019).

For at en skal kunne benytte seg av dette må den nødvendige kompetansen og erfaringen videreformidles gjennom tilstrekkelig kommunikasjon og samspill til det området i prosjektet det kan og skal benyttes. Konsekvensen av å ikke ta dette i betraktning ved eksempelvis prosjekteringen, vil i henhold til (Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013) vise seg i form av faglig grensesnittproblematikk. Om dette ikke blir belyst og håndtert ved prosjektering vil resultatet av dette utspille seg under produksjon ved at arbeide til et fagområdet kolliderer med et annet.

Samspillet og kommunikasjonen innad i prosjektorganisasjonen styres av en rekke elementer og funksjoner som blant annet byggherrens valg gjennomføringsmodell. I henhold til (Hansen, 2019, s. 137) benyttes begrepet i forbindelse med «*hvordan hele byggeprosjektet er organisert, ledet og gjennomført, og beskriver rolle- og ansvarsfordelingen i et prosjektet*». Dette legger med andre ord betydelige føringer for hvordan prosjektets aktører vil kommunisere og planlegge seg imellom. Ved utforming av gjennomføringsmodell gjøres det bestemmelser i forhold til kontraheringsform, kontraktstype og entreprisemodell. I følge (Lædre, 2009) sin modell for valg av kontraktstrategi fra byggherre sitt perspektiv, forbindes kontraheringen med virkemiddel for utvelgelse, entreprisemodell med ansvarsfordeling og kontraktstype med prosessbestemmelser. I samspillet mellom prosjektets aktører er entrepriseformen av stor betydning, hvor en grovt sett skiller mellom total og delt entrepris. Ved delte entrepriser er det byggherren som påtar seg ansvaret og den overordnede styringen av prosjekteringen og utførelsen ved at en selv kontraherer rådgivere og underentreprenører. Ved en totalentreprise overføres dette ansvaret og styringsmuligheten til entreprenør. Dette vil med andre legge føringer for hvordan entreprenør vil samhandle og kommunisere med de involvert i prosjektet.

Gjennom kontraktstrategien kan byggherre legge til rette for nærmere samhandling mellom prosjektets aktører ved å blant annet benytte seg av en samspillsmodell. (Hansen, 2019) viser til dette som en utvikling av en to-trinns totalentreprise, hvor en ved konseptutviklingen involverer nødvendige entreprenører, leverandører, rådgivere og arkitekter. Styrken til denne modellen ligger i at en allerede i konseptfasen har lagt til grunn prosjektets fysiske utforming, valg av materialer og tekniske systemer uten å binde seg til leverandør og entreprenør i forbindelse med prosjektering og produksjon. Ved å involvere og lede prosjektets aktører på et tilstrekkelig vis og tidlig tidspunkt kan en også legge til rette for god, åpen og gjennomsiktig samhandling og kommunikasjon gjennom prosjektets videre delfaser. Dette ansees av (Heravi, Coffey og Trigunarsyah, 2015) til å være sentrale faktorer for å ferdigstille prosjektet etter de krav som er satt til tid, kost, kvalitet og behov. Kontrakt for prosjektering og den fysiske gjennomføringen signeres først etter samspillsfasen, derav to trinns totalentreprise (Hansen, 2019). Gjennom denne prosessen er målet å redusere usikkerheten knyttet til prosjektets utforming på et tidlig stadium, og dermed etablerer et godt informasjonsgrunnlag for videre planlegging og prosjektering. For at dette skal ha ønsket effekt forutsettes det at de involverte partene kommuniserer og samhandler med hverandre på tilstrekkelig vis.

Kommunikasjonen og samspillet mellom prosjektets aktører foregår også gjennom etablert møtестruktur. I likhet med plannivåenes inndeling, kan en etablere en møtестruktur etter hvor en er i byggeprosessen, samt planleggingsmøter på ulike detaljnivåer (Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Ved å strukturere møtene etter prosjektets delfaser, prosesser og planer kan en skape en plattform hvor relevant informasjon videreformidles til de nødvendige aktørene. Møtестrukturen kan med andre ord fungere som et bindeledd mellom prosjektets aktører og utarbeidelsen av

plandokumenter. Dette forutsetter i midlertid at de nødvendige aktørene er involvert og samhandler på tilstrekkelig vis. Gjennom produksjonsmøter kan en blant annet legge til rette for kontinuerlig oppfølging av gjennomføringen, samt oppdatere prosjektets aktører fortløpende. I en caseundersøkelse utført av (Kemmer og Koskela, 2014) var møtестrukturen en sentral funksjon for samspillet og kommunikasjonen mellom prosjektets aktører og byggets brukere ved planleggingsprosessen. Dette var en caseundersøkelse i forbindelse med renoveringen av et kommunalt boligprosjekt hvor leietakerne bodde i bygget gjennom byggeprosessen. Gjennom møtene var det forsøkt å legge til rette for en jevn renoveringsprosess uten betydelige forstyrrelser. Dette ble gjort ved å involvere de relevante aktørene og borettslaget i møtene i forbindelse med planleggingsprosessen.

### 3.4 Karakteristiske trekk ved gjennomføring av renoveringsprosjekter

I dette delkapittelet vil jeg gjennomgå de karakteristiske trekkene ved gjennomføring av renoveringsprosjekter som skiller seg fra tradisjonelle nybygg. Her benyttes de funn som er gjort i litteraturen og intervjuundersøkelsen fra fordypningsoppgaven (Nicolaisen, 2021).

#### 3.4.1 Definisjon av begrepet bygningsrenovering

Endring av original bygningsmasse kan variere fra mindre reparasjoner og vedlikehold til en bygningsendring av større omfang (Thuvander et al., 2012). På den ene siden kan en bygningsendring omfatte vedlikehold og preservering av bygningsmasse med mål om å beholde bygget i original tilstand. På den andre siden kan bygningsendringer omfatte større oppgraderinger, påbygg og ombygginger, eksempelvis for å redusere byggets energiforbruk eller endre byggets brukerfunksjon. En rekke begreper benyttes for å betegne bygningsendringer slik som renovering, rehabilitering, oppussing, ombygging, modernisering og utbygging (Thuvander et al., 2012). Men dette er ikke begreper som nødvendigvis beskriver en spesifikk arbeidsprosess for endring av eksisterende bygningsmasse, og har derfor en tendens til å ha en overlappende betydning ved beskrivelse av bygningsendringer. Det påpekes videre at begrepet renovering tolkes forskjellig fra forfatter til forfatter, hvor renovering kan omfatte mindre bygningsendringer til oppgraderinger av eksisterende bygningsmasse, eksempelvis oppgradering av fasade slik som beskrevet av (Pombo, Rivela og Neila, 2016).

(Jensen og Maslesa, 2015) viser eksempelvis til renovering som et overordnet begrep for ytelsesforbedringer av eksisterende bygningsmasser som omfatter rehabilitering, reparasjoner og ombyggings- og påbyggingsarbeider. I motsetning til Jensen og Maslesa benytter (Uotila, Saari og Junnonen, 2020) begrepet renovering som en underkategori av oppussingsarbeider. Her omfatter oppussingsarbeider bygningsendringer i form av renovering, modernisering, rivning, og utbygging. I en caseundersøkelse utført av (Vilutiene og Ignatavičius, 2018) er begrepet renovering benyttet i forbindelse med en modernisering og energieffektivisering av boligkomplekser. Dette omfattet da oppgradering av fasade og tekniske installasjoner.

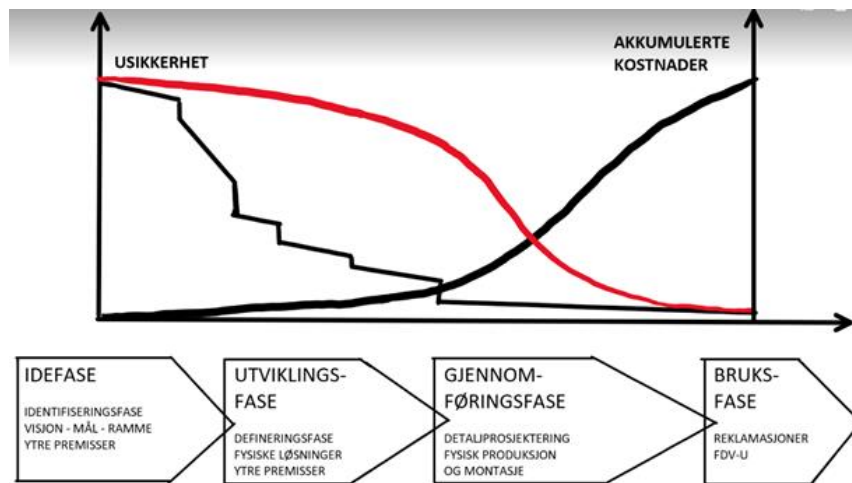
Beskrivelser av begrepet renovering og dens betydning i forhold til grad av bygningsendring er i henhold til byggordboka.no gitt i to standarder. Renovering er etter NS-EN-15643-1:2010 definert som "*endring og forbedring av en eksisterende bygning for å heve tilstanden til et akseptabelt nivå*", og etter NS-EN 15898:2011 definert som "*tiltak for å fornye et objekt uten nødvendigvis å ta hensyn til dets materiale eller betydning*"

(Byggordboka - Renovering, 2017). Begrepet ombygging er etter NS 3456:2010 definert som "arbeider for å oppgradere eller endre en bygnings eller et anleggs egenskaper/funksjoner eller arealbruk" (Byggordboka - Ombygging, 2017). Definisjonen av ombygging gitt i Byggordboka omfatter dermed en middels til høy grad av bygningsendring, eksempelvis endring av planløsning og lignende, og svarer godt overens med definisjonen av renovering gitt av (Jensen og Maslesa, 2015). Videre i denne oppgaven følger begrepet bygningsrenovering definisjonen gitt av NS-EN 15643, slik som beskrevet i avsnittet over, samt bygningsendringer og modifikasjoner av større omfang hvor eksempelvis byggets planløsninger kan endres.

### 3.4.2 Prosjektkarakteristikker og suksessfaktorer

Det mest fremtredende karakteristiske trekket ved renoveringsprosjekter generelt er den eksisterende bygningsmassen som prosjektets aktører må forholde seg til fra konseptutredelse til ferdigstillelse. Det eksisterende bygget legger betydelige føringer for hvordan kjerneprosessene og de administrative prosessene, samt de offentlige prosessene, utføres og håndteres gjennom byggeprosessen (Jensen *et al.*, 2018). Dette kommer blant annet av den operasjonelle usikkerheten knyttet til selve bygget og dets beskaffenhet, samt den kontekstuelle usikkerheten knyttet til offentlige godkjenninger.

Det som i størst grad karakteriserer renoveringsprosjekters byggeprosess er som nevnt usikkerheten knyttet til den opprinnelige bygningsmassen og måten dette gjenspeiles i utviklingen av den operasjonelle usikkerheten. Hvordan denne usikkerheten kan utvikle seg gjennom byggeprosessens delfaser er forsøkt illustrert gjennom figur 12.



**Figur 12, illustrasjon av renoveringsprosjekters generelle usikkerhetsutvikling (Nicolaisen, 2021), inspirert av (Eikeland, 1999, s.35)**

Den svarte linjen for usikkerhetsutvikling kan relateres til mer tradisjonelle nybyggprosjekter hvor usikkerheten reduseres etter hvert som prosjektkonseptet defineres, informasjon samles inn og beslutninger blir tatt. Den røde linjen illustrer en overdrevet usikkerhetsutvikling ved gjennomføring av renoveringsprosjekter, men er ikke gjeldende for alle renoveringsprosjekter. Dette kommer av at bygningstype og brukerfunksjon i stor grad vil påvirke entreprenørens tilgang på bygget i tidlig fase hvor en kan utføre tilstandsundersøkelser for å redusere usikkerheten knyttet til byggets beskaffenhet (Kemmer og Koskela, 2014; Neve og Wandahl, 2018). Ved et boligkompleks kan det eksempelvis være utfordrende å få tilgang på bygget før produksjon påbegynnes. Årsaken til at den røde linjen ikke reduseres betraktelig før gjennomføringsfasen relateres til at byggets faktiske tilstand ofte er skjult under

bygningsoverflaten og dermed ikke belyses før rivningsarbeidet påbegynnes (Jensen *et al.*, 2018). Dette knyttes også til manglende og unøyaktig dokumentasjon i forbindelse med byggets kvaliteter som nevnt i tabell 5. Usikkerhetsutviklingen avhenger som nevnt av entreprenørens tilgang på opprinnelige bygningstegninger, oppussingshistorikk osv. Det knyttes dermed en betydelig usikkerhet til de valg en gjør i forbindelse med planlegging, styring og koordinering av kjerneprosessene på et tidlig tidspunkt.

En oppsummering av karakteristiske trekk ved gjennomføring av renoveringsprosjekter er listet opp i tabell 5, og baseres på litteraturen benyttet i min fordypningsoppgaven.

**Tabell 5 Oversikt over prosjektkarakteristikk, egenprodusert.**

| Karakteristiske trekk  | Kilder  |
|--|---|
| Ofte manglende og unøyaktig byggeteknisk dokumentasjon   | (Rahmat og Ali, 2010; Thuvander <i>et al.</i> , 2012; Jensen <i>et al.</i> , 2018; Uotila, Saari og Junnonen, 2020)                 |
| Behov for byggetekniske forundersøkelser   | (Jensen <i>et al.</i> , 2018)   |
| Begrensinger for utvikling av fysiske løsninger og utførelse   | (Jensen <i>et al.</i> , 2018)   |
| Prosjektspesifikke usikkerhetsmomenter   | (Uotila, Saari og Junnonen, 2020)   |
| Stor usikkerhet knyttet til byggets befatning  | (Rahmat og Ali, 2010; Kemmer og Koskela, 2014; Jensen <i>et al.</i> , 2018; Neve og Wandahl, 2018; Uotila, Saari og Junnonen, 2020) |
| Usikkerhet knyttet til hvorvidt opprinnelig byggeteknisk dokumentasjon samsvarer med byggets faktiske tilstand og utforming.                                 | (Jensen <i>et al.</i> , 2018)   |
| Høy grad av usikkerhet og kompleksitet ved planlegging, beslutningsprosesser og utførelse, som et resultat av overnevnte karakteristikk                      | (Rahmat og Ali, 2010; Kemmer og Koskela, 2012, 2014; Uotila, Saari og Junnonen, 2020)   |
| Unøyaktige kost- og varighetsestimater for prod. aktiviteter. Knyttet til usikkerhet i forbindelse med byggets tilstand.                                     | (Kemmer og Koskela, 2012; Uotila, Saari og Junnonen, 2020)  |
| Redusert flyt, forutsigbarhet, budsjett- og tidskontroll under produksjon. Relateres til unøyaktig estimering og usikker planleggings og beslutningsprosess. | (Kemmer og Koskela, 2012)   |
| Prosjektgjennomføringen er mer tilpasset nybygg enn renoveringsprosjekters karakteristiske trekk.  | (Rahmat og Ali, 2010; Kemmer og Koskela, 2012; Thuvander <i>et al.</i> , 2012; Jensen <i>et al.</i> , 2018)                         |
| Økt fokus på forundersøkelser av eksisterende bygning. Som et resultat av usikkerheten tilhørende det eksisterende bygget.                                   | (Jensen <i>et al.</i> , 2018)   |
| Organisatorisk kompleksitet  | (Kemmer og Koskela, 2014; Uotila, Saari og Junnonen, 2020)  |
| Utfordrende samspill og redusert informasjonsflyt mellom prosjektets aktører   | (Uotila, Saari og Junnonen, 2020)   |

Den organisatoriske kompleksiteten er ikke bare gjeldende ved renoveringsprosjekter, men gjelder også byggenæringen generelt (Knotten, Lædre og Hansen, 2017). Dette kommer først og fremst av at hovedressursen i et byggeprosjekt er personene og aktørene i form av den kompetanse og erfaring de innehar, som beskrevet under delkapittel 3.3.3. Dagens byggenæringen involverer også en rekke ulike aktører med forskjellig kompetanse i midlertidige prosjektorganisasjoner, hvor et bredt spekter av delvis gjensidig avhengige aktiviteter skal koordineres og utføres (Rahmat og Ali, 2010; Knotten, Lædre og Hansen, 2017). Dette kan resultere i en kompleks og uoversiktlig prosjektorganisasjon hvor det stilles høye krav til kommunikasjon og samspill mellom de involverte aktørene. Det at renoveringsprosesser er svært prosjektspesifikke medfører også et behov for å involvere ulike fagdisipliner som igjen påvirker den organisatoriske kompleksiteten ytterligere. Effekten av utilstrekkelig kommunikasjon og samspill mellom prosjektets aktører øker usikkerhetsnivået til prosjektgjennomføringen (Uotila, Saari og Junnonen, 2020).

I tabell 6 er overordnede prosjekt-karakteristiske trekk knyttet til renoveringsprosjekter med tilhørende suksessfaktorer listet opp. Utformingen av tabellen tar utgangspunkt i (Hussein, 2016) sin beskrivelse av sammenhengen mellom prosjektkarakteristikk og suksessfaktorer, der valg av suksessfaktorer betinges av prosjektets karakteristiske trekk og suksesskriteriene som er lagt til grunn for vurdering av suksess. Dette er da suksessfaktorer som øker sannsynligheten for oppnåelse av økt indre effektivitet gjennom byggeprosessen. Tabellen er et resultat av arbeidet med fordypningsoppgaven (Nicolaisen, 2021) og jeg har basert den på (Hussein, 2016).

**Tabell 6 Suksessfaktorer knyttet til renoveringsprosjektet, (Nicolaisen, 2021), basert på (Hussein, 2016, s.60)**

| Prosjektkarakteristiske trekk                | Suksessfaktorer  |
|--|--|
| Usikkerhet knyttet til prosjektgjennomføring | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proaktiv usikkerhetshåndtering gjennom forundersøkelse av eksisterende bygningsmasse på et tidlig stadium</li> <li>• Involvering av nødvendig fagkompetanse og relevant erfaring på tilstrekkelig tidlig tidspunkt</li> <li>• Interaktiv aktiv usikkerhetshåndtering ved å forholde seg fleksibel til tidlig utformede planer</li> <li>• Involvering av prosjekterende gjennom en større del av produksjon</li> </ul> |
| Tids- og kostbegrensninger                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimalisering av fremdrift</li> <li>• Prioritering av arbeidsaktiviteter med utgangspunkt i aktivitetenes risikobilde</li> <li>• Planlegging og kartlegging av byggets befatning i tidlig fase</li> <li>• Tilstrekkelig samhandling mellom prosjekteier, hoved/totalentreprenør og underentreprenører</li> <li>• Skape et solid teoretisk rammeverk for utvikling av fysiske løsninger</li> </ul>                    |
| Organisatorisk Kompleksitet                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tydelig kontraktuell utforming for kommunikasjon og samspill mellom involverte aktører</li> <li>• Tilrettelegging for tilstrekkelig informasjonsflyt gjennom møtестruktur under produksjon</li> </ul>   |



### 3.5 Last Planner System (LPS)

Planleggingssystemet LPS er ifølge (Kalsaas, 2017) et planleggingssystem utviklet for å styre og planlegge prosjektbasert produksjon. (Ballard, Hammond og Nickerson, 2009) hevder at planleggingssystemet kan karakteriseres i form av systemets prinsipper for handling og tankegang, funksjoner som fremkommer av prinsippene, og de metoder som benyttes for å anvende prinsippene og utføre funksjonene. I motsetning til CPM er det ikke utarbeidet en offisiell eller sertifisert versjon av LPS, og er dermed åpen for tolkning i forhold til prosjektkarakteristikker og type. Det hevdes av (Kalsaas, 2017) at det nærmeste en kommer en offisiell versjon av LPS er doktorgrads avhandlingen til Glenn Ballard (Ballard, 2000), og retningslinjelinjene for systemet gitt av (Ballard og Tommelein, 2016). Retningslinjene gitt av sistnevnte legger til grunn at byggeprosjekter generelt er både en sosial og teknisk prosess påvirket av usikre, komplekse og skiftende forhold. Retningslinjene gitt av (Ballard og Tommelein, 2016, s. 63) er;

1. Sørge for at alle plannivåene er tilgjengelige til alle tider for prosjektets aktører.
2. Hovedfremdriftsplanen skal holdes på et detaljnivå tilsvarende milepælsnivå.
3. Planlegge i større detalj etter hvert som en nærmer seg utførelse av det planlagte arbeidet.
4. Utarbeide planer i samarbeid med dem som har ansvar for og skal utføre aktiviteten som planlegges.
5. Justere planene etter de forhold eller hendelser som viser seg underveis.
6. Identifisere og håndtere hindringer for planlagte oppgaver i samarbeid med prosjektets aktører.
7. Forsterke arbeidsflytens pålitelighet for å bedre produksjonens indre effektivitet.
8. Ikke påbegynne aktiviteter som ikke burde eller ikke kan fullføres. Bare påbegynne aktiviteter som er tilstrekkelig definert og der alle hindringer er identifisert og håndtert.
9. Etablere og vedlikeholde pålitelige forpliktelser for at arbeid skal utføres etter planen, og si klart og tydelig ifra om forpliktelsene ikke kan holdes.
10. Lære av de tilfeller arbeidet ikke har gått slik som ønsket.
11. Sikte etter å underbelaste ressursene for å styrke arbeidsflyten.
12. Etablere og vedlikeholde en buffer med sunne aktiviteter.

(Ballard, Hammond og Nickerson, 2009) viser til fem prinsipper for handling og tankegang ved anvendelse av LPS, der det vises til den 3., 4., 6., 9., og 10. av de tolv retningslinjene beskrevet av (Ballard og Tommelein, 2016).

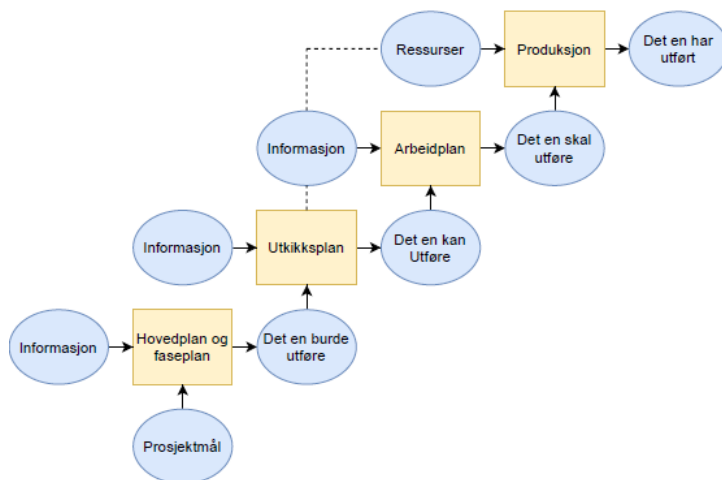
Hovedfokuset til LPS er å skape forutsigbar flyt under produksjon, som i tilknytning til byggeprosjekter omfatter anskaffelses-, prosjekterings- og produksjonsprosessen (Kalsaas, 2017). I forhold til flytperspektivet er samspillet mellom prosjektledelsen og underliggende fagansvarlige knyttet til produksjon svært sentralt. Kalsaas poengterer dette med at de fagansvarlige, fra prosjektledelsen sin side, bør behandles som en kunde på en slik måte at arbeidsplassen der arbeidet skal utføres er ryddet og klart for neste aktivitet. På denne måten tar en behovet til produksjonsaktiviteter i betraktning under planleggingen og oppnår dermed en pull-mekanisme slik som illustrert i figur 7.

LPS var i utgangspunktet utviklet som en respons på svakhetene knyttet til de tradisjonelle måtene å planlegge på, da hovedsakelig CPM-metoden (Bonnier og Kalsaas, 2017). I motsetning til CPM sin manglende evne til å identifisere avvik før de oppstår, kjennetegnes LPS og Lean Construction filosofien med at en forsøker å identifisere og håndtere hindringer og forstyrrelser før produksjonen påbegynnes. I henhold til

retningslinjene utføres hindringsanalysen i fellesskap med de aktuelle aktørene som er ansvarlig for aktiviteten. Gjennom denne prosessen settes søkelyset på hovedsakelig syv forutsetninger i forbindelse med igangsettelse av en aktivitet. Ved å identifisere og håndtere mulige hindringer reduseres usikkerheten knyttet til produksjon før oppstart. Hva dette innebærer og hvor i planleggingsprosessen dette utføres er beskrevet i delkapittelet under.

### 3.5.1 Funksjoner og plannivåer innen LPS

Plansystemet LPS utgjøres i henhold til (Koskela, Stratton og Koskenvesa, 2010) av hovedsakelig fem elementer basert på de overnevnte retningslinjene (Kalsaas, 2017). Gjennom systemets hovedelementer og de overnevnte retningslinjene etableres et rammeverk for hva en burde, kan, skal og faktisk gjør i forbindelse med prosjektgjennomføringen som illustrert i figur 13.



**Figur 13 oversikt over systemets fire elementer, (Kalsaas, 2017).**

I figuren over vises det til fire av de fem sentrale elementene ved planleggingsystemet som er hovedplan, faseplan, utkikkplan og ukentlig arbeidsplan. Måling av prosent planlagt utført (PPU) og analyse av rotårsaker inngår ikke i figuren, men er det siste av de fem hovedelementene ved LPS (Kalsaas, 2017).

Det første elementet innen LPS, altså hovedplanen er å anse som et generelt plannivå og er ikke spesifikt tilknyttet plansystemet LPS (Kalsaas, 2017). Hovedplanen innen LPS og fra et tradisjonelt perspektiv omfatter hele prosjektforløpet fra start til slutt, hvor detaljeringsgraden begrenses til prosjektets milepæler. Hovedplanen belyser da hva en burde gjøre for å realisere prosjektet, men ikke hvordan milepælene skal utføres. I likhet med den tradisjonelle formen for fremdriftsplanlegging utarbeides hovedplanen normalt sett av prosjektledelsen eller gjennom innleide konsulenter. Av de fem elementene er førstnevnte å anse som en form for pushplanlegging. Dette kommer også av at underentreprenører og leverandører vanligvis ikke er anskaffet på dette tidspunktet, men dette avhenger blant annet av gjennomføringsmodellens utforming.

Faseplanen tar i likhet med den tradisjonelle formen for planlegging utgangspunkt i milepælene som utgjør hovedplanen. Ved faseplanleggingen tar en for seg koordineringen av rekkefølgen og avhengighetene mellom de arbeidspakker som inngår i utførelsen av en milepæl (Kalsaas, 2017; Rolstadås *et al.*, 2020). Selve faseplanen er et generelt plannivå, men innen plansystemet LPS skiller faseplanen seg fra det generelle ved måten planen utarbeides på. Utformingen av faseplanen gjøres gjennom pull-

planlegging ved at en tar utgangspunkt i prosjektets milepæler og planlegger seg bakover i samarbeid med prosjektets aktører ved hjelp av "lappeteknikk" – metoden. Ved Lappeteknikk metoden involveres de aktører som er ansvarlig for de fagområdene som inngår fasen en planlegger for. De fagansvarlig plasserer så sine aktiviteter med en gitt varighet langs en tidsakse. Dersom en aktivitet må flyttes på, må dette bli tatt opp med aktøren som er ansvarlig for aktiviteten.

Utkikksplanen tar for seg arbeidspakkene som utgjør faseplanen beskrevet i avsnittet over, og er et svært viktig bindeledd mellom faseplanen og arbeidsplanen (Kalsaas, 2017). Formålet med utkikksplanen er å gjøre aktiviteter eller arbeidspakker sunne i forkant av utførelse ved hjelp av en hindringsanalyse. Faseplanen viser til hva en kan gjøre. (Ballard, 2000) argumenterer for at en ved hindringsanalysen benytter seg av en pull-mekanisme, ettersom en under planleggingen søker å identifisere forhold som kan påvirke aktivitetenes tilstand ved gjennomføring. Aktivitetene baseres dermed på behovet til oppstrøms aktiviteter. Utkikksplanen tar for seg aktiviteter som er forventet utført innen tre til tolv uker frem i tid, men dette avhenger sterkt av blant annet prosjektets karakteristiske trekk og leveransetid på materialer og produksjonsunderlag. Hindringsanalysen utføres dermed i god tid før en aktivitet igangsettes, og er en sentral funksjon i forhold til det å utvikle en solid og forutsigbar plan i forbindelse med produksjon (Hamzeh, Ballard og Tommelein, 2012). Ved identifisering av potensielle hindringer fokuseres det hovedsakelig på følgende forutsetninger som må være på plass før en aktivitet kan karakteriseres som sunn (Kalsaas, 2017);

1. Foregående aktivitet - Forutgående arbeid må være ferdigstilt før neste aktivitet kan påbegynnes.
2. Bemanning - Nødvendig mannskap med relevant kompetanse må være tilgjengelig.
3. Tegning/informasjon - Nødvendig produksjonsunderlag og byggetegninger med tilsiktet kvalitet må være produsert.
4. Materialer og komponenter - De materielle ressursene som inngår i en aktivitet må være tilgjengelig.
5. Utstyr og verktøy - Verktøy og utstyr som benyttes for å utføre en aktivitet må være tilgjengelig og i god stand
6. Arbeids plass – Området eller plassen aktiviteten skal utføres på må være ryddet og tilgjengelig
7. Ytre miljø – Søknader som forutsetter at en aktivitet kan påbegynnes må være behandlet og godkjent. Værforhold må også være på et akseptabelt nivå.

De syv elementene viser til aktivitetenes forutsetninger for utførelse, og kan potensielt skape hindringer under produksjon om de ikke er tatt i betraktning. De overnevnte punktene betegnes av (Kalsaas, 2017) som de syv strømmer. Betegnelsen viser til at punktene avhenger av bidrag fra flere funksjoner og aktører innad i prosjektorganisasjonen. En god hindringsanalyse krever dermed at de riktige aktørene involveres og samhandler med hverandre. Når en har lagt til rette for alle de syv forutsetningene til en aktivitet betegnes den som sunn. (Lindhard og Wandahl, 2012) har gjennom sin caseundersøkelse utvidet den sistnevnte forutsetningen med følgende punkter; forholdsvis akseptable klima og værforhold, arbeidsforhold samsvarer med lovverk og reguleringer, og arbeidsforholdene er kjent. Når en har lagt til rette for alle de syv forutsetningene betegnes aktiviteten som sunn.

Etter at en aktivitet er betegnet som sunn videreføres aktiviteten til arbeidsplanen, og legger grunnlaget for hva en skal gjøre i forbindelse med produksjon. I teorien bør det også legges til rette for en buffersone med sunne aktiviteter mellom utkikkplanen og arbeidsplanen (Kalsaas, 2017). Om en hendelse under produksjon medfører at en aktivitet stopper opp, legger buffersonen til rette for at arbeiderne kan gå over på en ny aktivitet uten en vesentlig ventetid. I hvilken grad dette blir implementert avhenger av byggeprosjektets omfang og kompleksitet.

Arbeidsplanen karakteriseres som en flerfaglig plan hvor tidsvinduet en planlegger for er to til fire uker fremover (Kalsaas, 2017). Selve arbeidsplanen kan ansees som et generelt plannivå, men innen LPS skiller arbeidsplanen seg fra det generelle ved at planen er tverrfaglig hvilket forutsetter samhandling mellom de aktuelle aktørene. På dette plannivået er aktivitetene som inngår i planen detaljert i den grad at blant annet tidspunkt for oppstart og ferdigstilling, ressursforbruk, fagansvarlig og bemanning er fastsatt. Neste og laveste plannivå er ukesplanen, også definert som lagsplan. Et viktig prinsipp innen LPS ved utarbeidelse av lagsplanen, er å dele arbeidet inn på en slik måte at det kan ferdigstilles innen en uke. Dette gjøres slik at en kan måle hvorvidt en følger planen eller ikke. Lagsplanen tar i motsetning til de overnevnte plannivåene for seg et spesifikt fagområdet, og er utarbeidet i samarbeid med lagets bas og håndverkere. Ved hjelp av planen og måten den er utarbeidet på skal planen sørge for at alle arbeiderne kjenner til hvilke aktiviteter de skal ta for seg den kommende uken.

Det siste hovedelementet innen LPS er en ukentlig måling av prosent planlagt utført (PPU) og analyse av eventuelle rotårsaker. Hensikten med dette er å legge til rette for kontinuerlig læring av eventuelle avvik mellom det en har gjort og det som var planlagt (Kalsaas, 2017). Dette er et sentralt verktøy i forbindelse med forbedring av videre planlegging og kompetansebygging for de involverte partene.

### 3.5.2 Involverende Planlegging (IP)

IP er en videreutvikling av LPS utviklet av Veidekke i forbindelse med prosjektplanlegging styring (Aslesen og Bølviken, 2017). IP bygges på en kombinasjon av strategiske og operasjonelle planer, der førstnevnte utgjøres av hoved fremdriftsplanen og faseplan, og de operasjonelle planene utgjøres av utkikkplan, ukeplan og lagsplan. De strategiske og operasjonelle planene skiller seg fra hverandre med at førstnevnte i teorien bare utarbeides en gang, hvor de operasjonelle planene oppdateres hver uke. Ettersom IP er en videreutvikling av LPS er det mange likhetstrekk mellom planleggingsmetodene. En rekke prinsipper og elementer ved LPS står sterkt innen IP-metoden. Dette er blant annet involvering og samhandling med de som skal utføre jobben, anvendelse av pull-planlegging der det lar seg gjøre, planenes detaljeringsgrad skal øke etter hvert som en nærmer seg utførelse, fortløpende justering av planer etter uforutsette forhold, samt at bare aktiviteter der alle syv hindringer er identifisert og håndtert kan føres videre i plansystemet. IP-metoden skiller seg fra LPS på følgende områder;

- Det er lagt mer fokus på plannivåenes tidshorisont, altså hvor langt frem i tid en planlegger for ved hvert plannivå. Dette er beskrevet i tabell 7.
- Plansystemet er integrert med en møtестruktur, der behandlingen av hvert plannivå gjøres på et spesifikt møte.
- PPU målinger spiller ved IP ikke en like sentral rolle som ved LPS.
- Et sentralt prinsipp ved IP metoden er at den enkelte fagarbeider skal være involvert i planleggingen av sin egen hverdag.

- Der LPS i all hovedsak tar for seg fremdriftsplanleggingsaspektet av produksjonsaktiviteter, integrerer IP-metoden rigg og logistikkplanlegging, samt risikostyring, ved fremdriftsplanleggingen. Med risikostyring siktes det til HMS.
- Ved første forutsetning i hindringsanalysen, forutgående aktivitet, skal en også kontrollere at den fullførte aktiviteten har riktig kvalitet.

**Tabell 7, Plan- og møtestruktur, (Aslesen og Bølviken, 2017, s. 140).**

| Plannivå      | Møte         | Tidshorisont       |
|---------------|--------------|--------------------|
| Faseplan      | Faseplanmøte | Fasens varighet    |
| Utkvikksplan  | Driftsmøte   | 5-9 uker           |
| Ukeplan       | Basmøte      | 2-4 uker           |
| Lagsplan      | Lagsmøte     | 1 uke              |
| Siste utsjekk | Morgenmøte   | Den aktuelle dagen |

Fra det tidspunktet Veidekke begynte på sin utvikling av IP-metoden tidlig på 2000-tallet frem til i dag, er metoden godt utprøvd gjennom pilot- og læringsprosjekter. En oppsummering av de erfaringer (Aslesen og Bølviken, 2017, s. 135) har gjort seg i forbindelse med læringsprosjektene er gitt i tabell 8.

**Tabell 8, Oppsummering av erfaringer gjort ved bruk av IP, (Aslesen og Bølviken, 2017, s. 133).**

| Tema                      | Utfordring   | Læring   |
|---------------------------|--|--|
| Plansystemet              | Manglende detaljering på arbeidsoppgaver.<br>Forsinkelser blir ikke varslet.   | Bruk av jobbanalyser for å spesifisere aktiviteter.<br>Se planer om gjensidig forpliktende løfter.   |
| Møtestruktur              | Få hver enkelt fagarbeider til å planlegge egen hverdag.<br>En faseplan omfatter flere delfaser og mange fag.<br>Viktige beslutninger uteblir fra møtereferat. | Oppfordre alle fag og underentreprenører til å gjennomføre lagsmøte.<br>Del planen inn i etasjer, soner, rom.<br>Visualisering, bruk selve planen som referat. |
| Plannivåenes tidshorisont | IP endrer roller og arbeidsoppgaver  | Krever opplæring og støtte for å få det til.   |
| Forankring                | Underentreprenører mangler kunnskap innen IP.  | Bruk tid med underentreprenører på å forklare, gi opplæring.   |

### 3.5.3 Begrensninger knyttet til anvendelsen av LPS

Som beskrevet under kapittel 1.1 er metoder innen Lean Construction, deriblant LPS, godt utprøvd dokumentert innen byggenæringen, og har resultert i positive resultater i form av økt produktivitet og effektivitet under produksjon (Kalsaas, 2017). Gjennom den tradisjonelle formen for prosjektplanlegging innen byggenæringen, deriblant CPM-metoden, ble omtrent halvparten av aktivitetene utført etter planen. Dette tilsvarer en PPU-måling på omtrent 50%. Med implementeringen av LPS viser (Lindhard og Wandahl, 2012) til at en økning av aktiviteter som ferdigstilles etter plan tilsvarende 70%. Til tross for den positive effekten har plansystemet sine begrensninger. Gjennom en caseundersøkelse av fire byggeprosjekter hvor LPS var benyttet, viser (Lindhard og Wandahl, 2013) til følgende svakheter knyttet til systemet;

1. Planleggingsprosessen behandles som en mekanisk prosess. Teoretisk sett er fokuset på selve ledelsesaspektet manglende. Det legges da vekt på lederskapet og det individuelle forholdet en har til systemet. Det siktes her til hvorvidt en er komfortabel med systemet, som er viktig ettersom dette er en grunnlag for de involvertes motivasjon og gjensidig tillit.
2. Det er ikke lagt til rette tiltak for håndtering av overbelastning ved utviklingsplanleggingen.
3. Sunnhetsgraden til aktiviteter som har gått gjennom hindringsanalysen kan variere, og det er ikke lagt til rette tiltak for å sikre at aktiviteter i buffersonen forblir sunne frem til de videreføres til ukesplanen.
4. Kvaliteten til resultatet av en aktivitet er ikke tatt i betraktning
5. Ingen insentiver er lagt til grunn for kommunikasjon og samhandling mellom prosjektets aktører på byggeplass.

Det er også rettet kritikk mot systemets praktiske implementering og tidligidentifisering av avvik (Dallasega, Marengo og Revolti, 2021). En vellykket implementering av plansystemet avhenger først og fremst av hvordan en tolker prinsippene og benytter seg av hovedelementene, men også i hvilken grad prosjektets underentreprenører og leverandører er villig til å benytte seg av systemet. I caseundersøkelsen utført av (Lindhard og Wandahl, 2013), var blant annet faseplanen for hele byggeprosjektet utarbeidet i løpet av en arbeidsdag. Prinsippene om involvering og samhandling var fulgt, men fordi dette ble gjort på et svært tidlig tidspunkt og ikke som en stegvis prosess, var ikke faseplanen representativ for produksjonsaktivitetenes faktiske avhengigheter og rekkefølge.

## 4 Resultater

I dette kapittelet presenteres de funnene som er gjort gjennom observasjon-, intervju- og dokumentundersøkelse. Resultatene deles henholdsvis inn i funn knyttet direkte til casen som undersøkes i denne oppgaven og funn gjort gjennom observasjonsundersøkelsen ettersom sistnevnte ikke er relatert til MAX-bygget.

### 4.1 Funn gjort gjennom observasjon, Alo-bygget

I dette delkapittelet presenteres de funn som er gjort ved observasjonsundersøkelsen, der jeg observerte gjennomgangen av faseplan, bas og lagsmøte i forbindelse med Alo prosjektet på Sluppen i Trondheim. Slik som det er nevnt under avgrensninger av oppgaven, er ikke observasjonsundersøkelsen knyttet til MAX-bygget, men observasjonene kan fortsatt relateres til oppgaven, ettersom det ble påpekt av informantene at det ble benyttet samme møttestruktur som ved Alu-bygget.

#### 4.1.1 Observasjon av faseplanmøte

Tidspunktet for møtet var 22.10.21 klokken 0800 i forbindelse med Alo prosjektet på Sluppen.

Prosjektet er i produksjonsfasen der råbygget er under produksjon. Bygget består av 7 etasjer. Møtet ble holdt av driftsleder og fagdisiplinene som er involvert i innredningen deltok på møtet. Dette var blant annet elektro, ventilasjon, gipsing og maling, rørlegger og tømrer. Under møtet skulle arbeidsaktivitetene for innredningen av bygget identifiseres og planlegges. I denne prosessen ble metoden «lappeteknikk» benyttet. Det var planlagt at innredningsarbeidet skulle starte i uke 12 og avslutte i uke 45, 2022, og bygget skulle etter planen være tett i uke 12. Dette møtet ble dermed holdt 22 uker i forkant av planlagt start for innredning.



**Figur 14, Lappeteknikk i forbindelse med Alo-prosjektet. Egenprodusert foto av Kai Harald Nicolaisen, 22.10.21).**

Innledningsvis i møtet ble plantegninger og post-it lapper i ulike farger delt ut til aktørene. Aktørene ble også informert om at bygget etter planen skulle være tett innen uke 12. Inne på møterommet var en stor og avlang tabell, inndelt i uker (horisontalt) og etasjer (vertikalt), plassert på veggen hvor aktørene skulle plassere sine lapper. Dette er

tatt bilde av i figur 14. Etasjene var ikke delt inn i soner. Driftslederen spurte dermed deltakerne om hvilke delsoner de ønsket å forholde seg til under dette møtet. Deltakerne ønsket å ta for seg en etasje av gangen. Ettersom det ikke var sikkert at alle deltakerne hadde vært gjennom en slik prosess før, ble det gitt en liten introduksjon om hvordan denne prosessen skulle utføres. Det ble da gitt beskjed om at aktørene skulle skrive ned individuelle aktiviteter / arbeidsprosesser på post-it lappene, eksempelvis sprinkler himling, og deretter plassere lappen på en spesifikk uke og etasje. Aktivitetenes varighet var i tillegg opp til aktørene selv å estimere. Dette var overordnede hovedaktiviteter, som senere i planleggingsprosessen ville detaljeres ytterligere. Begrensninger innad i aktørenes egen organisasjon, altså underentreprenørene, kan eksempelvis være bemanning, kompetanse og egne ressurser. Etter lappene er lagt på plass, legges denne informasjonen inn i MS-Project som de involverte partene har tilgang til. En annen viktig faktor er benyttelsen av en BIM modell av bygget som viste seg å være svært hjelpsomt for å visualisere hvor og hvordan aktivitetene skulle gjennomføres.

Etter hvert som aktiviteter ble plassert på tabellen kom nytten av denne metoden tydelig frem. Aktørene kommuniserte kontinuerlig med hverandre før og etter aktiviteter ble identifisert. På denne måten ble avhengigheter mellom aktivitetene og viktige forutsetninger, samt potensiell grensesnittproblematikk belyst gjennom prosessen. Et eksempel var når ventilasjon (Blå) skulle plassere sin aktivitet for ventilasjonskanaler for øverste etasje. Den gule/oransje lappen viser til isolering av vegger og var opprinnelig plassert i uke 20 for 7., 6. og 5. etasje. Når tidspunktet for ventilasjon i 7. etasje skulle plasseres måtte dette bli gjort i forkant av isoleringen, altså før uke 20. Ut ifra plasseringen til de blå lappene så det ut til at de hadde kapasitet til å bare ta en etasje av gangen. Ut ifra dette måtte isoleringen flyttes en uke frem. Dette ble diskutert med de som var ansvarlig for isoleringen. Etter at de var kommet frem til enighet ble isoleringen flyttet frem til uke 21 og ventilasjons aktiviteten ble plassert uken før. På dette tidspunktet kom det også frem at bestemmelser for type himling i sosial sone ikke var lagt frem. Dette måtte rørlegger som var ansvarlig sprinkler ha avklart før aktivitet for sprinkler ble fastsatt.

#### 4.1.2 Ukesplan-møte

På det tidspunktet hvor møtet holdes er 5 av byggets planlagte 7 etasje støpt. Dette møtet ble holdt av driftsleder og bas for betong og forskaling var fysisk tilstede.

I starten av møtet ble det tatt en gjennomgang av lagsplanene for foregående uke, altså skaffe seg en oversikt over utført arbeid og hvor de er i produksjon i henhold til plan. På denne måten gikk de gjennom en av de 7 forutsetningene for sunne aktivitetsgjennomføringer. Inne på møterommet ble en stor skjerm benyttet hvor en digital 3D modell av bygget ble anvendt. Dette var et betydelig hjelpemiddel for å visualisere planlagt arbeid. På dette tidspunktet tok basene opp problemområder. Her var 3D modellen til god nytte ettersom basene kunne vise til et spesifikt område av bygget. Det ble da vist til en seksjon som skulle støpes hvor det gjennom denne seksjonen var gjennomgående rørføringer. Det ble her vist til viktigheten med å sørge for at rørgjennomføringene var vanntett ettersom lokaliseringen av støpe-seksjonen var ved grunnmur. På dette tidspunktet ble det også vist til områder i modellen som ikke var synlig på byggetegning. Blant annet var det en knekk/fartsdump på en innkjøringsrampe som ikke var synlig på byggetegning. På enkelte av balkongene fra 5. etasje og oppover var det verken på modell eller byggetegning modellert inn fall eller sluk. Basene påpekte da at dette måtte være på plass før støpeprosessen påbegynte. Det ble også påpekt at det på enkelte områder på modellen manglet isolasjon ved grunnmur.



Deretter tok de for seg planleggingen av støpearbeidet som skulle utføres uken etterpå. Her viste basene til fremdriften på byggeplass og hvordan betongens herdetid påvirket videre arbeid. Fordi den lave utetemperaturen forsinket betongens herdetid, var de tre dager forsinket. Det ble dermed forsøkt å legge til rette for nødvendige tiltak den kommende uken. Eksempelvis elektrisk oppvarming av det nystøpte dekke i 5. etasje. Basene kom også med anbefalinger om hvordan rekkefølge dekkenes delområder burde støpes i. Det ble også gjennomført en gjennomgang av leveranseplanen i forbindelse med støpearbeidet den kommende uken. Driftslederen gjorde også basene oppmerksom på at temperaturfølere skulle støpes inn i dekke slik at en lettere kunne måle modenhetsutviklingen til betongen, og på denne måten estimere mer nøyaktige tidspunktet for når forskalingen kunne rives og videre arbeid kunne påbegynnes. Avslutningsvis ba basen driftslederen om å flytte leveringingen av armeringsjern for dekkestøp grunnet den forsinkede herdetiden, til uken etter.

#### 4.1.3 Lags-møte

Dette møtet var en videreføring av ukeplanmøtet som ble holdt av driftsleder, betong-bas og armerings-bas. I dette møtet ble også arbeidslaget inkludert. I dette møtet gikk en gjennom følgende punkter;

1. HMS Betong punkter
2. Mannskap, neste 14 dager
3. Større leveranser til byggeplass
4. Forrige ukes framdriftsplan og framdrift uke 1.

Punkt 1:

Ved gjennomgang av første punkt trekkes frem risikoområder ved forskalingarbeid og bruk av sirkelsag. Driftslederen legger størst vekt på hvor ryddig byggeplassen er. Her blir det vist til bilder som er lagt inn på Dalux, hvor arbeiderne gjennom hele forskaling, armerings og støpningsarbeidet har holdt arbeidsområdene ryddig. Deretter går driftsleder gjennom lagsplanene for forrige uke og forsikrer seg med arbeiderne at de syv punktene for hver lagsplan er opprettholdt. Dette er da de syv forutsetningene for sunne aktivitetsgjennomføringer. Deretter blir arbeiderne stilt spørsmål om det er noen ytterligere HMS punkter som bør tas opp.

Punkt 2:

I punkt to går en gjennom hvem av arbeiderne som ikke er tilgjengelig for den gjeldende og neste uke. Dette kan eksempelvis være at en av arbeiderne har time hos lege.

Punkt 3:

I punkt tre ble leveranseplan for gjeldende og neste uke vist frem på monitor. Arbeiderne blir så stilt spørsmål om det er noe i leveranseplanen eller ressurser på byggeplass som mangler. Forrige ukes fremdriftsplan ble også gjennomgått. Lagsplan for gjeldende uke og uken etter blir også gjennomgått sammen med arbeiderne. På dette tidspunktet kom en av arbeiderne med innspill om at en må begynne å se mer fremover ved fremdriftsplanleggingen av produksjon for å forhindre midlertidig stopp i produksjon i forbindelse med forsinkelse av betongens herdeutvikling. Den forsinkede herdeprosessen var et resultat av lave utetemperaturer etter støp. For å håndtere dette ble et fyringsanlegg benyttet i den nystøpte sonen som var dekket av presenning. Bas kom så

med et forslag om å ha en mann ansvarlig for kontinuerlig fyring. Fyringen har med andre ord ikke blitt tilstrekkelig utført. En av betongarbeiderne kommer også med innspill om at driften og eventuelt bemanningen må reduseres for å tilpasse seg den forsinkede herdetiden, slik at arbeiderne ikke blir stående på byggeplass uten arbeidsoppgaver. Driftsleder svarer så på dette med at arbeiderne kan benytte slik frigjort tid til å se til at byggeplassen er tilfredsstillende ryddig, altså sørge for at materialer og arbeidsutstyr er pakket inn og ryddet bort. Videre påpekes det av driftsleder at det i utgangspunktet er opp til bas/arbeiderne å planlegge driften av fyringsapparatet ettersom dette faktisk er et av hovedfunksjonene av IP, altså at arbeiderne i stor grad skal involvere seg ved planlegging av produksjon.

For videre støpningsarbeid ble forarbeid og klargjøring for støp diskutert. For at en av sonene i 5. etasje skulle være klar for støp innen onsdag gjorde bas det klart at armeringslaget hadde behov for mer arbeidere. Det ble dermed klart at en av arbeiderne fra støpelaget måtte hjelpe armeringslaget. Driftslederen stilte så spørsmål om støpelaget og bas var klar for dagens støpearbeid. Deretter kom en av arbeiderne med et innspill om at det var ønskelig å gjennomføre dagens støpeprosess i felleskap med arbeidslaget.

I siste del av møtet blir viktige situasjoner som har oppstått under produksjon tatt opp av arbeiderne. En av arbeiderne tar blant annet opp at det ved en av kabelbruene renner for mye vann til at det kan støpes i det området, og at dette må undersøkes nærmere. Driftslederen påpeker også at temperatursensorer er installert i armeringen for dekkstøp i 5. etasje, og at det gjennom denne målingen vil være mulig å måle betongens fasthetsutvikling.

## 4.2 Funn gjort i forbindelse med MAX-bygget

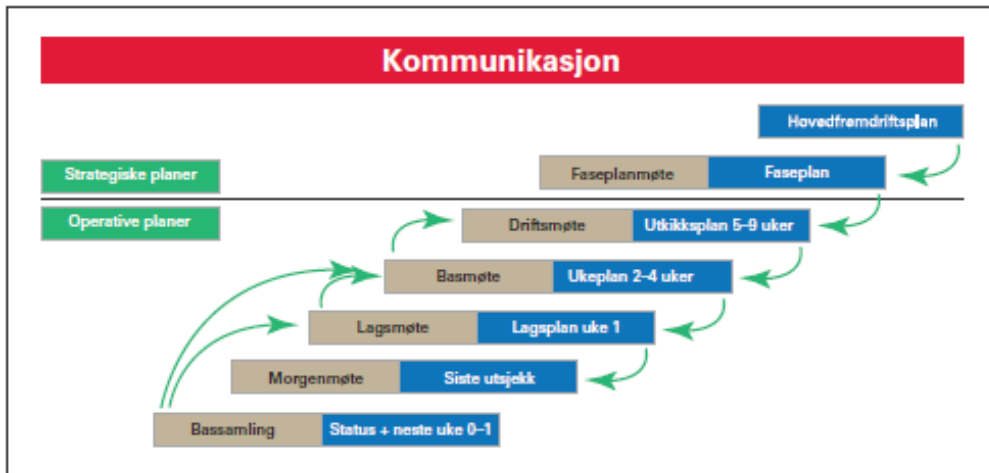
I dette delkapittelet presenteres funn gjort gjennom intervjuundersøkelsen og dokumentanalysen knyttet til MAX-bygget. Funnene er strukturert etter oppgavens forskningsspørsmål.

### 4.2.1 Hva er LPS og hvordan har Veidekke benyttet seg av plansystemet?

Som beskrevet i kapittel 3.5.2 benytter Veidekke seg av en videreutviklet versjon av LPS betegnet som IP. Veiledere for hvordan dette bør og kan benyttes i praksis er utviklet av Veidekke, en med fokus på prosjekteringen og en med fokus på produksjon. Med utgangspunkt i oppgavens problemstilling er IP-veilederen for produksjon, lagt med i vedlegg B, undersøkt fremfor prosjekteringsveilederen. IP-veilederen for produksjon består i likhet med LPS av prinsipper for hvordan fremdriftsplanleggingen bør utføres, samt hovedelementer som inngår i selve fremdriftsplanleggingsprosessen. Prinsippene er som følgende;

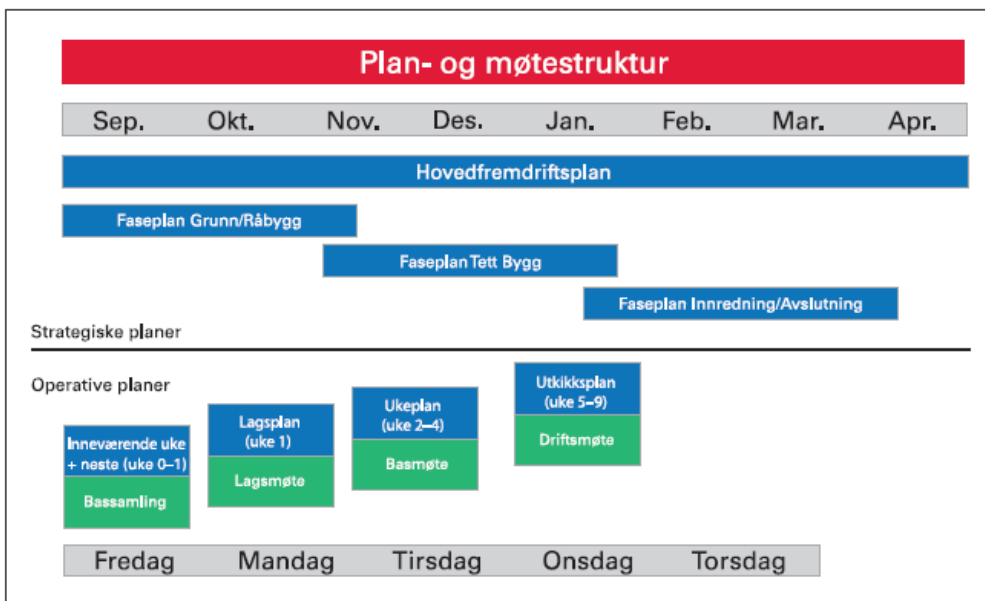
- Planer lages i fellesskap av dem som skal utføre arbeidet.
- Alle skal ha kjennskap til og innflytelse på eget arbeid.
- Planer utarbeides gjennom gjensidige løfter og forpliktelser.
- Rullerende planlegging der detaljeringsgraden til planen øker desto nærmere en kommer utførelse.
- Hindringer og faremomenter tilknyttet aktiviteter er identifisert og håndtert før utførelse.
- Rotårsaksanalyse av aktiviteter som ikke er utført etter planen.
- Ulike plannivåer har spesifikke eiere.

Hovedelementene innen IP-veilederen utgjøres av et plansystem, møtestruktur, arbeidsdeling i tid, hindringsanalyse og risikostyring med tanke på HMS. Plansystemet inneholder strategiske og operative planer med tilhørende møtestruktur som illustrert i figur 15. Faseplanmøte ble i henhold til informantene utført i to omganger, et møte for lukking av bygg og et for innredning. Ved utarbeidelse av faseplan ble lappeteknikk-metoden ansett av informantene for å være en svært viktig og effektiv metode for kartlegging av potensielle avhengigheter mellom aktiviteter på et relativt tidlig tidspunkt. For at dette skal ha ønsket virkning, påpekes det av informantene at de nødvendige aktørene er kontrahert og at prosjekteringen er kommet langt nok på det tidspunktet faseplanen utarbeides.



**Figur 15, sammenkoblingen mellom plannivå og møtestruktur, fremskaffet av IP-veilederen fra Veidekke lagt med i vedlegg B.**

De resterende plannivåene inngår etter veilederen i det som betegnes som rullerende planlegging, og ble ifølge informantene gjennomført hver uke slik som illustrert i figur 16. Planene oppdateres basert på den informasjon som fremkommer gjennom bruk av møtestrukturen som illustrert i figur 15. Hvert plannivå er tildelt en ansvarlig i prosjektorganisasjonen som er ansvarlig for utarbeidelse og videre oppdatering av planene, derav "ulike plannivåer har ulike eiere". Ifølge informantene tar de operative planene utgangspunkt i hovedfremdriftsplanen, hvor en planlegger seg bakover fra prosjektets sluttdato.



**Figur 16, Plan- og møtestruktur, fremskaffet av IP-veilederen fra Veidekke lagt med i vedlegg B.**

Hindringsanalysen i forbindelse med IP-veilederen følger de samme syv elementene beskrevet i kapittel 3.5.1, der momenter i forhold til risikostyring, samt rigg- og logistikkplanlegging, er en integrert del av analysen. Analysen utføres i første omgang ved driftsmøter i forbindelse med utkikkplanen. Aktiviteter som etter hindringsanalysen er definert som sunne, sendes så videre nedover plannivåene. Det påpekes også i veilederen at en gjennom den rullerende planleggingen bør forsøke å opparbeide seg en

buffer med sunne aktiviteter. For å sikre at aktivitetene forblir sunne frem til utførelse, utføres hindringsanalysen videre i de resterende plannivåene gjennom den tilhørende møtestrukturen. Dette gjøres ifølge informantene helt ned til lagsmøte der en sjekklister av de 7 forutsetningene, lagt med i vedlegg F, blir tildelt arbeiderne. Etter veilederen er det slik at en aktivitet ikke skal sendes til utførelse med mindre alle de syv forutsetningene er fylt ut, men dette er ifølge en av informantene en ideell situasjon som ikke er like enkel å etterfølge i praksis. Dette beskrives med følgende kommentar; «i den virkelige verden så går togene og til slutt må vi bare produsere fordi vi er nødt til å gå videre».

I henhold til veilederen er det ved den rullerende planleggingen anbefalt å opprettholde en buffer med sunne aktiviteter. Det påpekes av informantene at dette i de fleste tilfeller gjøres ved nybyggprosjekter, men ble ikke gjort ved MAX-bygget blant annet ettersom prosjekteringen ikke var kommet langt nok i sin prosess da produksjonen påbegynte.

Anvendelse av PPU-målinger i forbindelse med identifisering av avvik er ikke nevnt i veilederen knyttet til produksjon, men er derimot beskrevet i IP-veilederen for prosjektering. Ifølge informantene er dette en måling som anvendes i de fleste byggeprosjekter under produksjon, men at det ved MAX-bygget ikke ble benyttet. Gjennom dokumentanalysen var det verken i plansystemet MS-Project eller i prosjektets database gjort noen funn som tilsier at PPU-målinger var blitt utført. Informantene begrunnet dette med at de fra det tidspunkt prosjekteringen ble påbegynt lå så langt bak planen at det derfor ikke ble gjennomført PPU-målinger.

I Veilederen påpekes det at metoden og dens innhold bør tilpasses det aktuelle prosjektet en tar for seg. Ifølge informantene er IP-metoden en sentral del av fremdriftsplanleggingen ved Veidekke sine byggeprosjekter, og ble også ved MAX-bygget benyttet så langt det lot seg gjøre.

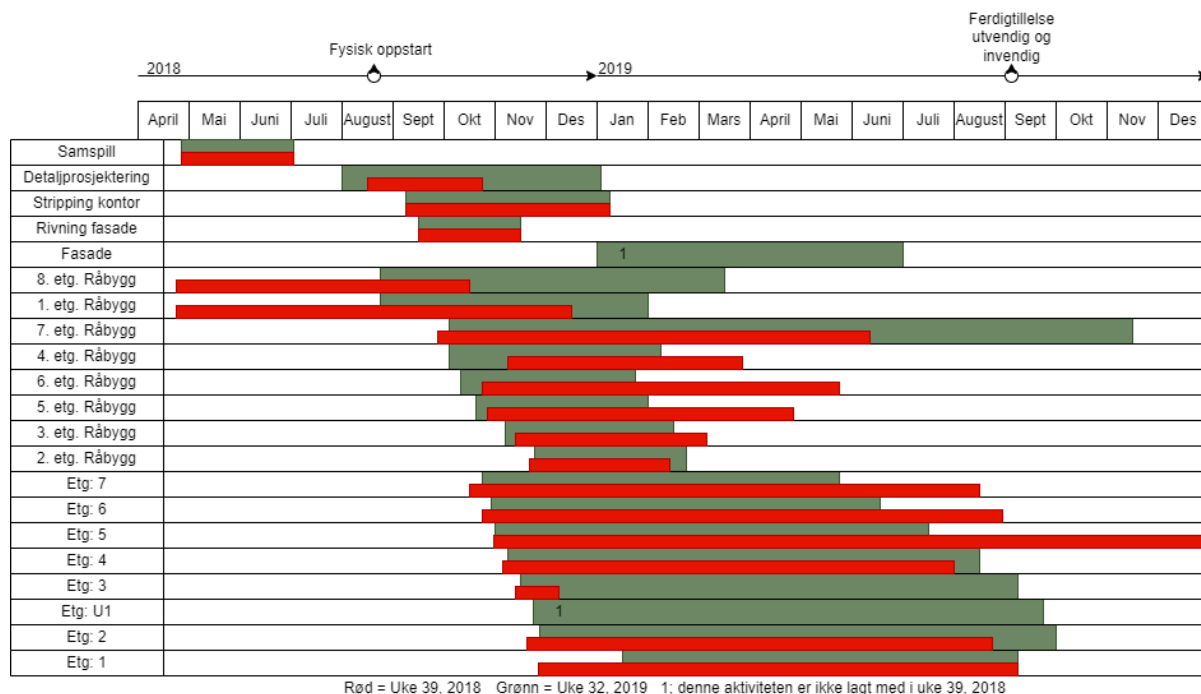
#### 4.2.2 Hva må legges til grunn for optimalisering av fremdriftsplanlegging ved renoveringsprosjekter?

Gjennom intervjuene ble blant annet de syv forutsetningene innen hindringsanalysen vektlagt i forbindelse med hva informantene betraktet som viktige forutsetninger for optimalisering av fremdriftsplanen. Forutsetningen om at produksjonsunderlaget i form av byggetegninger skulle være tilgjengelig og tilstrekkelig utformet på et tidlig nok tidspunkt i planleggingsprosessen, ble spesielt prioritert av informantene. Informantene begrunnet dette med at byggetegningene er et sentralt informasjonsgrunnlag ved gjennomføring av lappeteknikkmetoden. Arbeidslaget var også avhengig av byggetegningene for å planlegge og utføre sitt arbeid, samt at innkjøpsplanen først og fremst baseres på byggetegningene. Denne forutsetningen var i henhold til informantene ikke til stede under produksjon ved MAX-bygget og kom av hovedsakelig fire grunner;

1. Linken mellom prosjekterende sin tegningsleveranseplan og fremdriftsplanen knyttet til produksjon var ikke samsvarende.
2. Den overordnede tidsrammen for prosjektgjennomføringen som ble fastsatt under samspillperioden var for kort i forhold til prosjektets arbeidsomfang.
3. Prosjekteringsplanen var i første omgang for offensiv og urealistisk, og var planlagt utført for tett opp imot fysisk oppstart av produksjon.
4. Det var ikke lagt til rette for nok tid fra tidspunktet samspillperioden var over til prosjekteringen ble påbegynt. Dette medførte at viktige beslutninger fra

byggherre manglet under prosjekteringen, og prosjekterende hadde dermed ikke et tilstrekkelig informasjonsgrunnlag for å gå videre.

Gjennom undersøkelsen av fremdriftsplanen knyttet til MAX-bygget ble det tydelig at prosjekteringsprosessen var planlagt tett opp imot produksjon. Dette er forsøkt illustrert i figur 17, der det vises til hvordan fremdriftsplanen endret seg gjennom prosjektforløpet.

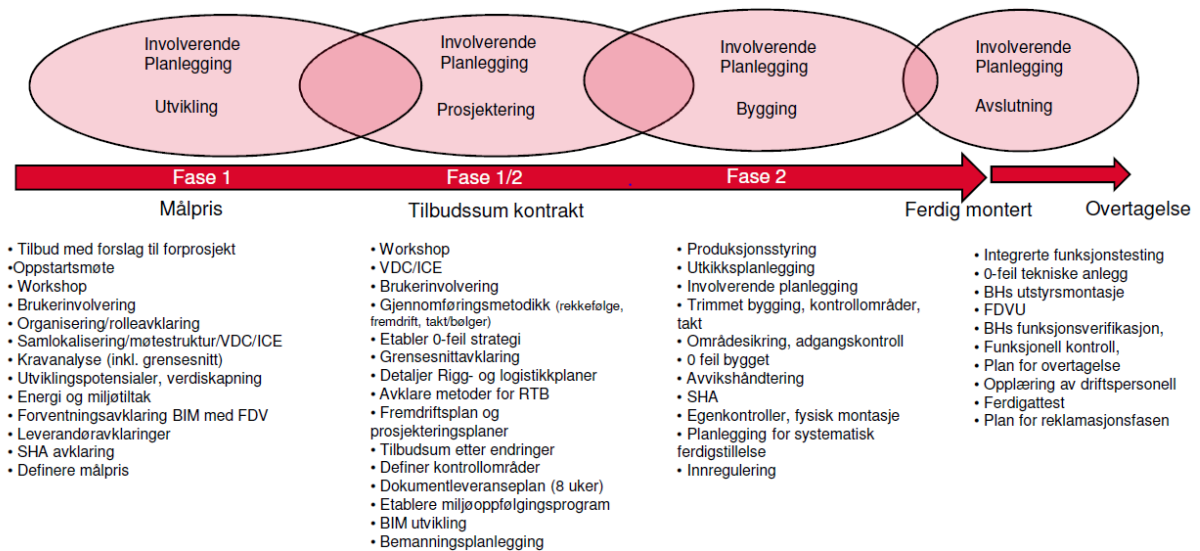


**Figur 17 fremdriftsplanenes grad av endring. Egenprodusert etter analyse av MAX-prosjektets plandokumenter.**

Videre i intervjuundersøkelsen ble det vist til følgende punkter informantene betraktet som sentrale forutsetninger for å oppnå en optimal fremdriftsplanlegging ved renoveringsprosjekter;

- Prosjekterende må etablere og forholde seg til en tegningsleveranseplan som samsvarer med fremdriftsplanen knyttet til produksjon.
- Tilstrekkelig kommunikasjon og samspill fra prosjektledelsen ned til det spesifikke arbeidslaget og tilbake igjen, altså en toveiskommunikasjon som illustrert i figur 15. Å sørge for at den nødvendige informasjonen var videreformidlet helt ned til arbeiderne var ifølge informantene utfordrende, og var ikke bare gjeldende for renoveringsprosjekter.
- Under møtene er det avgjørende at prosjektets underentreprenører og leverandører har kjennskap til status for hvert sitt fagområdet under produksjon.
- Det er svært viktig at utførende på et tidlig tidspunkt, eksempelvis ved fase 1 etter figur 18, gjør byggherre oppmerksom på potensielle risikomomenter som kan oppstå under produksjon.
- Involvering av aktører med relevant erfaring og kompetanse knyttet til renoveringsarbeider på et tidlig nok tidspunkt.
- Der det lar seg gjøre bør arkitekt og rådgivende ingeniør bygg (RIB) være fysisk på byggeplassen, slik at de fortløpende kan tilpasse prosjekteringen og produksjonsunderlaget etter potensielle endringer.

- Det er svært viktig å samle inn originale byggetegninger og kartlegge byggets beskaffenhet på et tidlig tidspunkt, eksempelvis ved fase 1 eller 1/2 etter figur 18, der en kontrollerer at bygget er konstruert slik de opprinnelige byggetegningene tilsier.
- Hovedfremdriftsplanen må tilpasses betydelige endringer som fremkommer under samspillsperioden.



**Figur 18 Max-Prosjektets faseinndeling. Hentet fra prosjektets organisasjonsplan, lagt med i vedlegg D.**

Under intervjuet ble det påpekt av en av informantene at det innledningsvis i prosjektet var blitt tatt for lett på usikkerheten knyttet til byggets befatning, der de mer eller mindre så på prosjektet som et nybygg. Ved kartleggingen av byggets befatning baserte de seg på miljøsaneringsrapporten utarbeidet fra Veidekke Miljø AS, lagt med i vedlegg E, og opprinnelige byggetegninger og befaringer utført i forkant av tilbudskalkuleringen. Det ble fortsatt gjort funn etter rivningsarbeidet som ikke samsvarte med rapporten. Det ble påpekt av byggherre at dette skulle blitt avdekket under samspillsfasen ettersom Veidekke hadde full tilgang til bygget da det var tomt under samspillsperioden. Før samspillsperioden hadde Veidekke blitt tilsendt et følgeskriv for prosjektet lagt med i vedlegg C, der det ble påpekt at det opprinnelige tegningsunderlaget til MAX-bygget var svært tynt. Byggherre mente derfor i dette følgeskrivet at det var avgjørende å kartlegge bygget ved befaringer og prøver. I følgeskrivet var det også gitt en grov fremdriftsoversikt, der blant annet dato for når bygge var tomt for leietakere var gitt. Det ble også hevdet av informantene at de i sitt anbud til en viss grad er begrenset i forhold til hvor mye usikkerhet de kan ta for seg. Dette ettersom den estimerte kostnaden for prosjektet øker med graden av usikkerhet, noe som vil si at det er en fare for at en priser seg selv ut av prosjektet om en tar for seg for mye usikkerhet ved den innledende kostandsestimeringen av prosjektet.

Etter rivningsarbeidet var fullført viste det seg blant annet at betongdekkene, som etter byggetegningene var etterspente betongdekker, at kablene på enkelte områder ikke var etterspente. Dette medførte at utstyr og maskiner måtte flyttes fra den etasjen kablene ikke var etterspente, for deretter å forsterke betongdekke før arbeidet kunne gjenopptas. I de opprinnelige byggetegningene var det tegnet inn hvor i betongdekkene spennkablene var lagt. Ifølge informantene viste det seg at dette til en viss grad ikke stemte da enkelte av spennkablene ble truffet og dermed svekket når kjerneboringer ble

utført på betongdekket der det etter de opprinnelige byggetegningene ikke skulle ligge spennkabler.

Enkelte etasje skillere hadde en uoppdaget nedsenkning på omtrent seks til åtte cm der etasjehøyden i utgangspunktet var lav. Ifølge informantene ble dette oppdaget og flettet inn i planene relativt tidlig. Betongdekket i første etasjen var også av mye lavere kvalitet enn det som først ble antatt, basert på opprinnelige byggetegninger og innsamlet informasjon. Da flisene i første etasjen skulle fjernes viste det seg at betongdekket nærmest var porøst, noe som medførte at hele dette området måtte rives og støpes på nytt. Dette ble også observert ved å studere plandokumentene der fullføringsgraden til første etasjen på et tidspunkt begynte å synke fremfor å nærme seg ferdigstilling. Dette er presentert i vedlegg G.

Hensikten med denne samspillsperioden var ifølge informantene å konkretisere hva byggherre ønsket i forhold til utforming og kvalitet. Denne perioden ble derimot en form for utviklingsperiode der endringene som ble gjort tilsvarte en kostnad på 30 millioner uten at fremdriftsplanen ble endret.

#### 4.2.3 Hvordan kan fremdriftsplanleggingen tilpasses renoveringsprosjekters komplekse og usikre forhold?

Ifølge informantene ble MAX-bygget i starten betraktet som et nybygg og ble blant annet eksemplifisert med følgende utsagn; «*Når du har strippet ferdig et bygg så står du jo nærmest igjen med et råbygg på en måte. Ut ifra det, i og med at alt skulle bort, så er det ikke en fjern tanke at det resterende av byggeprosessen behandles som et nybygg*». Denne oppfatningen fra informantene endret seg underveis etter hvert som uforutsette usikkerhetsmomenter dukket opp under og etter riveprosessen. Denne vurderingen var i henhold til informantene en vurdering de ikke ville gjort igjen. Som et resultat av dette ble det påpekt at å kartlegge byggets beskaffenhet ved hjelp av en delvis uttømmende miljøsaneringsrapport, samt en "enkel" analyse av bygget bæring er avgjørende ved fremdriftsplanleggingen av renoveringsprosjekter. Ved å utarbeide en relativt uttømmende miljøsaneringsrapport vil kostnaden for dette også øke betydelig. Informantene hevdet at denne ekstrakostnaden ville være verdt det, ettersom fremdriftsplanen dermed ville blitt utarbeidet på et mer pålitelig og realistisk informasjonsgrunnlag.

Videre gjennom intervjuundersøkelsen påpekes det at ved planleggingen av produksjonsaktiviteter er svært viktig å ta høyde for at enkelte aktiviteter ved renoveringsprosjekter tar lenger tid enn normalt. Å sette opp en yttervegg på et eksisterende dekke var en av flere aktiviteter som var mer tidkrevende og utfordrende enn først antatt, ettersom nystøpte dekker ofte er rettere og av høyere kvalitet enn et eldre dekke. Dette var et tema som ifølge informantene var svært relevant ved MAX-bygget hvor den akkumulerte effekten av dette ble undervurdert. Det påpekes videre at slike hendelser i de fleste tilfeller, blir tatt opp på bas og lagsmøte, men at det i utgangspunktet bør siktes etter å håndtere slike faktorer under driftsmøte og ved utarbeidelse av faseplan.



Følgende elementer innen planleggingsmetoden IP ble av informantene betraktet som effektive virkemidler for å tilpasse fremdriftsplanen fortløpende etter usikkerhetsmomentene som dukket opp underveis;

- IP-metodens vektlegging av kontinuerlig dialog, oppfølgingen av planene og samhandling mellom prosjektets aktører.
- Involveringen av arbeidslaget i planleggingsprosessen og de tilbakemeldinger og oppdateringer på produksjonens tilstand som fremkommer fra arbeidslaget fra Veidekke, og de befaringer utført på byggeplass av bas og arbeiderne.
- Tidlig identifisering av hindringer gjennom hindringsanalysen.
- Planstrukturens formål om å se fremover ved planlegging av produksjon.

Det ble av informantene også hevdet at IP-metodens fokus på kontinuerlig dialog, samhandling og oppfølging av planene, samt involveringen av arbeidslaget, var en av hovedgrunnen til at MAX-bygget ble ferdigstilt innen den gitte tidsrammen.

I forhold til det sistnevnte punktet ble det påpekt av informantene at dette er et viktig konsept, men at det ved MAX-bygget var utfordrende å få til. Det endte fort opp med at en bare planla for kommende uke. En av årsakene til dette var at prosjekterende ikke hadde kommet like langt i prosessen som produksjon. Tanken om at arbeidslaget skal involveres i planleggingsprosessen er ikke nødvendigvis gjeldene for alle aktørene som er involvert. Det ble påpekt av informantene at enkelte aktører ikke benyttet seg av denne formen for involvering, hvor toveis-kommunikasjonen dermed stoppet hos bas hos disse aktørene.

For å styrke evnen en har til å tilpasse seg byggets usikkerhetsmomenter ble det påpekt at tilrettelegging for tidsbufferpersoner, også betegnet som slakk, mellom produksjonens forskjellige delprosesser kan være et potensielt virkemiddel. En slik tilrettelegging var ikke gjort ved MAX-bygget. I ettertid ble det oppfattet av informantene som at dette i utgangpunktet hadde vært et nødvendig hjelpemiddel slik at fremdriftsplanen og blant annet prosjekterende hadde mulighet og tid til å tilpasse seg eventuelle endringer. Det var da tenkt å legge til rette for slike buffere mellom samspillsperioden, prosjekteringsprosessen, rivningsprosessen og oppbyggingen.

Det ble påpekt av informantene at MAX-bygget ble ferdigstilt innen den planlagte tidsrammen, men at det var ikke et økonomisk lønnsomt prosjekt. Dette kom blant annet av manglende tilrettelegging for fleksibilitet under fremdriftsplanleggingen. Dette ble utdypet videre med følgende kommentar; «*Det er så mange hinder som kan komme at du må tilrettelegge for fleksibilitet, og det tror jeg er nøkkelen her*». Det ble ikke vist til noen spesifikk form for fleksibilitet eller spesifikke tiltak for å skape fleksibilitet under produksjon.

## 5 Diskusjon

I dette kapitlet diskuteres funn som er gjort gjennom intervjuundersøkelsen og dokument analysen knyttet til MAX-bygget, og de funn gjort i forbindelse med observasjonsundersøkelsen knyttet til Alo-prosjektet, presentert i kapittel 4. Disse blir forsøksvis diskutert opp imot teori fremskaffet gjennom oppgavens litteraturstudium, samt funn gjort i forbindelse med fordypningsoppgaven (Nicolaisen, 2021).

Jeg gjør oppmerksom på at delkapittel 5.3 er kortere enn de to forutgående delkapitlene, fordi dette er det forskningsspørsmålet det ble fremskaffet minst data på. En mulig årsak kan være at dette spørsmålet ligger nært opp mot 5.2. Jeg vil likevel diskutere de funn jeg har som kan belyse dette spørsmålet nærmere.

### 5.1 Hva er LPS og hvordan er plansystemet benyttet i praksis?

I det første forskningsspørsmålet undersøkes hva plansystemet LPS er og eksempler på hvordan det er tolket og benyttet i praksis. LPS kan i sin enkleste form beskrives som et plan- og styringssystem med formål om å styre og kontrollere produksjonsflyten ved prosjektbasert produksjon (Kalsaas, 2017). LPS kan også beskrives som et fleksibelt planleggingssystem fordi det ikke er utviklet en offisiell eller sertifisert versjon av systemet. Det vil si at anvendelsen av systemet er åpen for tolkning i forhold til det prosjektet en tar for seg. Som beskrevet i kapittel 3.5 og 3.5.1 utgjøres LPS av prinsipper for handling og tankegang, samt funksjoner og hovedelementer som legger føringer for hvordan en kan og bør benytte seg av LPS ved fremdriftsplanlegging av byggeprosjekter generelt. Et svært viktig aspekt ved disse prinsippene, blant annet utformet av (Ballard og Tommelein, 2016), er at prinsippene legger til grunn at byggeprosjekter generelt er en sosial og teknisk prosess som påvirkes av usikre og skiftende forhold. Dette anser jeg til å være avgjørende ettersom neglisjeringen av denne karakteristikken i de fleste tilfeller vil skape et utilstrekkelig utgangspunkt for samarbeidet mellom prosjektets aktører, og planleggingen og styringen av produksjon. Slik det er påpekt i kapittel 3.5 trekker (Ballard, Hammond og Nickerson, 2009) frem følgende prinsipper for anvendelse og tenkemåte i forbindelse med LPS;

- Planlegge i større detalj etter hvert som en nærmer seg utførelse av den planlagte aktiviteten.
- Produsere planer i samarbeid med dem som skal utføre aktiviteten som planlegges.
- Identifisere, håndtere og fjerne hindringer for planlagte oppgaver i samarbeid med prosjektets aktører, som et team.
- Etablere og vedlikeholde pålitelige forpliktelser slik at arbeidet utføres etter planen.
- Lære av de tilfeller arbeidet ikke går som planlagt.

Med utgangspunkt i de overnevnte prinsippene er det tydelig at en plattform skapes der samhandling og kommunikasjon i den sosiale delen av planleggingsprosessen prioriteres, der en kartlegger det fremtidige behovet til aktiviteter som inngår i produksjon i samarbeid med de som har ledelsesansvaret og ansvaret for den fysiske utførelsen av aktiviteten. Basert på dette oppnås to sentrale funksjoner innen planleggingsformen. En

samhandlingsfunksjon der en planlegger i samarbeid med prosjektets aktører, og en klargjøringsfunksjon der aktivitetenes forutsetninger for utførelse håndteres og tilrettelegges, før igangsettelse (Kalsaas, 2017). Det første prinsippet om at en skal planlegge i større detalj etter hvert som en nærmer seg produksjon, legger også føringer for utformingen av planstrukturen i forhold til plannivåenes detaljeringsgrad og tidshorisont. En kan argumentere for at planstrukturens innledende lave detaljeringsgrad styrker fremdriftsplanleggingens evne til å forholde seg fleksibel og tilpasningsdyktig innledningsvis i prosjektførløpet hvor usikkerheten er høy. Dette samsvarer til en viss grad med renoveringsprosjekters karakteristiske trekk og suksessfaktorer presentert i tabell 6 s.41, og vil bli diskutert nærmere under delkapittel 5.3. Ved å følge dette prinsippet kan en forhindre at en låser seg fast innledningsvis i planleggingen eller at større endringsforespørsler dukker opp lenger ut i byggeprosessen der endringskostnaden også er høyere. Det 5. prinsippet anser jeg også til å være en svært viktig funksjon i forhold til kontinuerlig optimalisering av fremdriftsplanleggingen gjennom å lære av sine feil. Dette er funksjoner som inngår i planleggningssystemets fem hovedelementer beskrevet av (Koskela, Stratton og Koskenvesa, 2010) i kapittel 3.5.1;

- Hovedplan
- Faseplan
- Utkvikksplan
- Ukes- og lagsplan
- PPU-målinger

Hovedfokuset innen LPS er å oppnå en forutsigbar flyt under produksjonen som påpekt av (Kalsaas, 2017). Denne prosessen starter i utgangpunktet ved utforming av fase og utviklingsplanen. Som beskrevet i kapittel 3.5.1 er prinsippet om involvering og samhandling ved bruk av lappeteknikk-metoden, pull-planegging og hindringsanalysen en sentral del i utformingen av planene. Gjennom disse prosessene dannes grunnlaget for oppnåelse av en forutsigbar produksjon med god flyt. Dette kan begrunnes med at aktivitetenes grad av prosessvariabilitet som beskrevet i kapittel 3.3.1, reduseres gjennom faseplanleggingen ettersom estimeringen av varighetene baseres på aktørenes egne erfaringer, kompetanse og arbeidskapasitet. Ved å utføre disse prosessene som et team kan det argumenteres for at en styrker fremdriftsplanleggingens grad av gjennomsiktighet som beskrevet av (Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013), samtidig som det legges til rette for at aktørene kan koordinere fagene seg imellom på effektivt vis. Dette ble også observert av meg under observeringen av faseplan-, ukesplan- og lagsplanmøte der møtedeltakernes innspill la grunnlaget for planenes utforming og oppdatering, i forbindelse med Alo-prosjektet. Ved faseplanen var det i all hovedsak de involverte aktørene som hadde ansvar for faseplanenes utforming, og ved ukes- og lagsmøte var tilbakemeldingene fra bas og arbeidslaget den styrende faktoren for planenes oppfølging og oppdatering. Basert på disse observasjonene knyttet til Alo-prosjektet, kan det også argumenteres for at aktivitetenes grad av prosessvariabilitet reduseres ytterligere, der en dermed reduserer sannsynligheten for at betydelige start og stopp hendelser oppstår under produksjon som et resultat av at et fagområde stopper opp for et annet. Det kan også argumenteres for at hindringsanalysen og lappeteknikk-metoden har en betydelig innvirkning på aktivitetenes grad av flytvariabilitet som beskrevet av (Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Bakgrunnen for argumentet ligger i at de faktorene som påvirker aktivitetens grad av flytvariabilitet, blir håndtert gjennom de syv forutsetningene i hindringsanalysen, samt koordineringen av aktiviteter ved utarbeidelse av faseplanen. Slik jeg ser det har de overnevnte metodene og

prinsippene en reduserende effekt på den operasjonelle usikkerheten under produksjon av hovedsakelig tre grunner;

- Informasjonen baseres på praktisk erfaring og kompetanse knyttet til det arbeidet en planlegger for.
- Aktivitetene koordineres og styres basert på samhandlingen mellom de involverte aktørene.
- Forutsetningene for utførelse av en aktivitet håndteres på et såpass tidlig tidspunkt at en også er tilpasningsdyktig om en uforutsett hendelse skulle oppstå.

(Ballard, 2000) betrakter LPS som en form for pull-planlegging, men som påpekt av (Kalsaas, Skaar og Thorstensen, 2015) kan det ikke defineres som et rent Pull-system. Blant annet kan hovedplanen betegnes som en form for push-planlegging (Kalsaas, 2017). Pullmekanismen oppnås hovedsakelig gjennom fase- og utviklingsplanleggingen (Ballard, 2000; Ballard og Tommelein, 2016), der pull-planleggingen defineres med at en frigir ressurser og informasjon basert på systemets tilstand. Begrepet system betraktes i denne oppgaven som selve byggeprosessen. På det tidspunktet faseplanleggingen og som regel utviklingsplanleggingen utføres har ikke produksjonen påbegynt. Det kan dermed argumenteres for at koordineringen og styringen av ressurser og informasjon innledningsvis i planleggingen ikke baseres på systemets direkte tilstand, men at det heller baseres på systemets tenkte tilstand. Denne tilstanden baseres dermed på erfaringen og kompetansen til de aktørene som er involvert i planleggingen, samt aktørenes ressurs- og kompetansetilgang i sin egen organisasjon. Slik jeg ser det styrker dette argumentet behovet for at de partene som er involvert i planleggingen har riktig og relevant kompetanse i forhold til det prosjektet en tar for seg, men dette er diskutert nærmere i forhold til bygningsrenovering i delkapittel 5.2.

Når det kommer til pull- og push aspektet ved fremdriftsplanleggingen i forbindelse med LPS kan det argumenteres for at pull-mekanismen til en viss grad også utføres gjennom de lavere plannivåene, hovedsakelig gjennom lagsplanen. Dette kan begrunnes med at lagsplanen er utarbeidet i samarbeid med bas og fagarbeider som beskrevet av (Kalsaas, 2017), hvor bas og fagarbeider har direkte kjennskap til produksjonens tilstand og behov innen sitt fagområde. Slik type informasjon er en sentral styringsfaktor ved fremdriftsplanleggingen fra et pull-perspektiv, og jeg opplever det derfor som avgjørende at den informasjon som fremkommer av fagarbeider viderefremmes på tilstrekkelig vis oppover i organisasjonen. Hvorvidt informasjonen flyter oppover i organisasjonen fra den spesifikke fagarbeider avhenger også av om prosjektets underentreprenører benytter seg av lagsplan og lagsmøte under egen fremdriftsplanlegging. I hvilken grad aktørene er involvert og benytter seg av dette systemet avhenger blant annet av gjennomføringsmodellen utformet av byggherre og eller totalentreprenøren. Som påpekt av informantene deltok underentreprenørene på de flerfaglige møtene som faseplanmøte, driftsmøte og ukesplanmøte, men ved lagsmøtene i forbindelse med MAX-bygget stoppet denne samhandlingen mellom aktørene delvis opp. Enkelte av underentreprenørene benyttet seg dermed ikke av samhandlingsaspektet som fremmes av LPS ved planlegging av eget arbeid. Hvorvidt underentreprenørene benytter seg av lagsmøte avhenger av deres planleggingsprosess internt. Det kan dermed argumenteres for at informasjonsflyten på enkelte fagområder stopper opp hos bas, men dette avhenger også av underentreprenørens planleggingsform.

Innledningsvis i dette delkapittelet vises det til (Kalsaas, 2017) som påpeker at planleggingsystemet LPS er åpen for tolkning og under stadig utvikling. Et eksempel på

en slik videreutvikling av LPS er planleggingsmetoden IP utviklet av Veidekke. Ved å sammenligne planleggingssystemet LPS og (Aslesen og Bølviken, 2017) sin beskrivelse av IP, samt veilederen for anvendelse av IP fra Veidekke lagt med i vedlegg B, er det klare likheter mellom LPS og IP slik som beskrevet i kapittel 3.5.2. Prinsippet om blant annet en gradvis økning i planenes detaljeringsgrad, involvering og samhandling ved utarbeidelse av planene, samt lappeteknikk-metoden og hindringsanalysen, står sterkt innen IP-metoden. Pull-mekanismen anser jeg også til å være en sentral funksjon innen IP, ettersom utarbeidelsen av fase og utviklingsplanen baserer seg på de samme prinsippene, metodene og teknikkene som ved LPS. Hovedprinsippene ved IP presentert i tabell 9 samsvarer med prinsippene gitt av (Ballard og Tommelein, 2016), og er også å anse som en form for retningslinjer i forhold til handling og tankegang under fremdriftsplanleggingen.

Ettersom IP er en videreutvikling av LPS, er IP også ulik fra det opprinnelige planleggingssystemet på flere områder som beskrevet av (Aslesen og Bølviken, 2017). Måten en planlegger på i henhold til IP-veilederen ser ut til å være mer strukturert og mindre åpen for tolkning sammenlignet med LPS. Dette begrunnes med de anbefalinger som er gitt i veilederen i forhold plan- og møtestrukturens ansvarsfordeling, samt hva møteansvarlig og deltakere bør gjøre før, under og etter møtet. Dermed gir veilederen mer konkrete beskrivelser for hvordan en bør benytte seg av IP sine hovedelementer, metoder og teknikker, samtidig som det påpekes i veilederen at en ikke er bundet til å følge dette, og at metoden bør tilpasses det spesifikke prosjektet en tar for seg.

Plansystemet innen IP beskrevet i veilederen skiller seg også fra planstrukturen beskrevet av (Kalsaas, 2017) sammenlignet med LPS på flere områder, selv om grunnlaget for planstrukturen er relativt lik. IP skiller seg først og fremst fra LPS ved at samtlige av svakhetene knyttet til LPS beskrevet i kapittel 3.5.2 blir håndtert gjennom IP-metodens hovedelementer og prinsipper. Det manglende ledelsesaspektet ved LPS som påpekt av (Lindhard og Wandahl, 2013) korrigeres til en viss grad av prinsippet innen IP om at hvert plannivå har en eier. Det vil si at hvert plannivå er tildelt en ansvarlig person innad i prosjektorganisasjonen som har ansvaret for utarbeidelsen og oppfølgingen av planene. Personen som er ansvarlig for et plannivå har etter veilederen et ledelsesansvar i forhold til møtene som gjennomføres i forbindelse med den spesifikke planen.

Kritikken rettet mot manglende tiltak for en kontinuerlig oppfølging av aktivitetenes sunnhetsgrad håndteres gjennom IP-metodens integrering av plan- og møtestruktur som illustrert i figur 15. I likhet med LPS utføres hindringsanalysen ved utviklingsplanen under driftsmøte, men ettersom byggeprosjekter generelt er utsatt for skiftende og usikre forhold som beskrevet av (Ballard og Tommelein, 2016), kan disse hindringene og dermed aktivitetenes sunnhetsgrad endre seg underveis. Basert på veilederens beskrivelse av IPs møtestruktur, kan det se ut som at denne problematikken er tatt i betraktning gjennom IP veilederen. Dette ettersom hindringsanalysen i tillegg til driftsmøter, også utføres i ukesplanen ved basemøte. Som det påpekes av informantene kontrolleres aktivitetenes sunnhetsgrad helt ned til morgenmøte hvor fagarbeiderne blir tildelt sjekklister med de syv forutsetningene. Hver fagarbeider må dermed krysse av sjekklisten og forsikre seg om at alle de syv forutsetningene er på plass før arbeidet påbegynnes, men det vil samtidig ikke si at en aktivitet ikke gjennomføres med mindre den er sunn. Ett av hovedprinsippene til både LPS og IP er at en bare skal ta for seg sunne aktiviteter under produksjon, noe som vil si at alle de syv forutsetningene for utførelse er kommet på plass. Men slik som det påpekes av informantene er dette et

ønske og en ideell situasjon som ikke er like enkel å etterfølge i praksis. Dette kan blant annet begrunnes med at om en forutsetning for utførelse endres tett opp mot igangsettelse av en aktivitet, kan det avhengig av hvilket arbeid aktiviteten tar for seg være for sent å snu. Å utsette en aktivitet fordi den ikke kan betegnes som sunn kan påvirke de kommende aktivitetene negativt i større grad, sammenlignet med om en gjør det beste ut av de ressursene en har til tross for at aktiviteten ikke kan betegnes som sunn.

I likhet med prinsippene innen LPS gitt av (Ballard og Tommelein, 2016) er den kontinuerlige justeringen og oppdateringen av planene et sentralt prinsipp også innen IP. Forskjellen mellom IP og LPS er at dette prinsippet i større grad er strukturert i form av at plannivåene er fordelt inn i strategiske og operative planer, der det bare er de operative planene som inngår i den rullerende planleggingen. Planene som inngår i den rullerende planleggingen justeres og detaljeres underveis etter den informasjonen som fremkommer gjennom prosjektforløpet. Slik jeg ser det bidrar denne avgrensningen til å forholde planjusteringen etter prosjektets hovedmilepæler, noe som reduserer sjansen for at en planlegger seg bort fra de opprinnelige målsettingene som er etablert innledningsvis i prosjektet. Slik det hevdes av informantene utarbeides de operative planene med utgangspunkt i sluttdatoen til prosjektets milepæler.

Plansystemet innen IP utgjøres til forskjell fra LPS av ytterligere to plannivåer i operativ retning, altså "siste utsjekk" og "status + neste uke". I likhet med lagsplaner og -møter er det opp til den enkelte underentreprenør om de velger å benytte seg av "siste utsjekk" og morgenmøter. Morgenmøter utføres i starten av hver arbeidsdag, der en kontrollerer at alle syv forutsetninger for utførelse av den planlagte aktiviteten er på plass. Under morgenmøtene kan også fagarbeiderne komme med tilbakemeldinger dersom en aktivitet tar lenger tid enn planlagt, eller om en av de syv forutsetningene ikke er vurdert og håndtert. Som tidligere diskutert i dette delkapittelet er slike tilbakemeldinger en sentral styringsfaktor fra et pull-perspektiv, men hvorvidt slik informasjon innhentes av underentreprenørene avhenger av hvordan de planlegger sitt eget arbeid.

Som tidligere beskrevet er involverings og samhandlingsaspektet innen LPS et av flere sentrale prinsipper ved utarbeidelse av fremdriftsplanene. Ettersom plansystemet innen IP-metoden er kombinert med en møtестruktur, kan det argumenteres for at det er lagt mer fokus på kommunikasjonen og samhandlingen mellom prosjektets aktører sammenlignet med LPS. Kommunikasjonen mellom prosjektets aktører settes dermed i et system der en tilrettelegger for en kontinuerlig dialog hvor beslutninger blir tatt i felleskap på et omforent grunnlag. Slik som påpekt av (Kemmer og Koskela, 2014) er den anvendte møtестrukturen i et prosjekt et betydelig virkemiddel i forhold til aktørenes evne til å kommunisere og samhandle seg imellom. Det som er spesielt ved IP er at møtестrukturen er en integrert del av plansystemet. Slik jeg ser det tilrettelegger denne kombinasjonen for deling og videreformidling av kunnskap, kompetanse og erfaring, som ifølge (Lindhard og Larsen, 2016) er en avgjørende suksessfaktor ved fremdriftsplanleggingen. Det kan også argumenteres for at planleggingens pull-mekanisme forsterkes gjennom kombinerings av plansystemet og møtестrukturen. Bakgrunnen for dette argumentet er at tilretteleggingen for en bedret kommunikasjonsflyt, slik jeg ser det, også øker aktørenes evne til å justere fremdriftsplanen etter produksjonenes tilstand. Dette ble også observert ved lags- og basmøter i forbindelse med Alo-prosjektet, der driftslederen ble oppdatert på produksjonens faktiske tilstand basert på tilbakemeldingene gitt av bas og arbeidslaget.

## 5.2 Hva må legges til grunn for optimalisering av fremdriftsplanleggingen ved renoveringsprosjekter?

I det andre forskningsspørsmålet stilles det spørsmål ved hva som må legges til grunn for optimalisering av fremdriftsplanleggingen ved renoveringsprosjekter. Som nevnt innledningsvis i kapittel 4.2.2 viser informantene først og fremst til elementene innen hindringsanalysen som sentrale forutsetning for optimalisering av fremdriftsplanen. Slik jeg ser det er hindringsanalysen i seg selv en svært sentral forutsetning for optimalisering av fremdriftsplanleggingen. Dette fordi en gjennom denne analysen forsikrer seg om at det faktisk er mulig å gjennomføre en aktivitet, samtidig som en reduserer aktivitetenes grad av flytvariabilitet som beskrevet i delkapittelet over. Ved å redusere aktivitetenes flytvariabilitet kan det også argumenteres for at en bedrer fremdriftsplanenes pålitelighet og forutsigbarhet, som igjen legger til rette for en produksjon med god arbeidsflyt. Dette avhenger også av en rekke faktorer som vil bli diskutert nærmere i dette og neste delkapittel. I forhold til hindringsanalysens syv elementer var det påpekt av informantene at forutsetningen angående byggetegninger ved MAX-bygget ikke var til stede. Det manglet ferdigstilte produksjonsunderlag i form av byggetegninger fra og med det tidspunktet produksjonen var påbegynt. Denne problematikken var knyttet til hovedsakelig to årsaker;

- Samspillsperioden hadde ikke kommet langt nok i sin prosess på det tidspunktet prosjekteringen var påbegynt som vil si at prosjekterende ikke hadde et tilstrekkelig informasjonsgrunnlag i form av byggherre beslutninger til å gå videre i sin prosess.
- Tidsrammen for prosjekteringen og prosjektgjennomføringen i sin helhet var for kort, der prosjekteringen ikke var koordinert etter rivningsarbeidet og produksjon.

Dette samsvarer med (Kalsaas, 2017) sin beskrivelse av at de syv forutsetningene også kan omtales som de syv strømmene, der hver av de syv forutsetningene utgjøres av egne strømmer. Det betyr at blant annet prosjekteringen utgjøres av egne forutsetninger for utførelse, eksempelvis at et tilstrekkelig informasjonsgrunnlag er utarbeidet før prosjekteringen igangsettes. Dette kan også sees i sammenheng med figur 5, s. 25, der det vises til avhengighetene mellom byggeprosessens kjerneprosesser. Det kan påpekes at dette ikke bare er gjeldende ved bygningsrenovering, men er like relevant og betydelig ved byggeprosjekter generelt. Slik som det nevnes i kapittel 3.5 viser (Lindhard *et al.*, 2020) til at den vanligste årsaken til forsinkelser under produksjon ved byggeprosjekter generelt, kan spores tilbake til prosjekteringen. Dette kan relateres til at prosjekteringen er en prosess preget av organisatorisk kompleksitet i den grad at prosjekteringsprosessen utgjøres av flere fagområder som må koordineres seg imellom. Det er dermed avgjørende at en under prosjekteringen tilrettelegger for tilstrekkelig informasjonsflyt og samhandling mellom partene som er involvert (Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013).

Når det kommer til prosjekteringen i forbindelse med renoveringsprosjekter kan det argumenteres for at denne prosessen kompliseres ytterligere som et resultat av renoveringsprosjekters karakteristiske trekk beskrevet i tabell 5, s. 40. Deriblant anser jeg den iboende usikkerheten knyttet til byggets befatning til å ha en betydelig effekt på prosjekteringsgrad av kompleksitet, ettersom en har flere usikkerhetsmomenter å ta hensyn til ved prosjekteringen av et renoveringsprosjekt sammenlignet med nybygg. Dette kan sees i sammenheng med figur 12, s. 39, der det er forsøkt illustrert hvordan usikkerhetsutviklingen ved bygningsrenovering skiller seg fra nybygg. Bakgrunnen for

argumentet blir dermed at det ved bygningsrenovering generelt er knyttet en større usikkerhet til at uforutsette hendelser kan dukke opp under gjennomføringsfasen. Dette må prosjekterende og utførende må forholde seg til. Det som da blir avgjørende er at det dannes et solid samhandlingsledd mellom prosjektering og produksjon, der prosjekterende kan forholde seg tilpasningsdyktig til utviklingen under produksjon. Dette ettersom den operasjonelle usikkerheten, som beskrevet av (Samset, 2014), ved renoveringsprosjekter kan knyttes til byggets beskaffenhet som først og fremst belyses under eller etter rivningsarbeidet er ferdigstilt.

Slik som påpekt av informantene i kapittel 4.2.2 ble det ansett som en betydelig fordel dersom arkitekt og rådgivende ingeniør befant seg på byggeplass under produksjon, slik at de fortløpende kunne tilpasse prosjekteringen og dermed produksjonsunderlaget ved eventuelle uforutsette hendelser. Dette var også påpekt av informantene intervjuet i forbindelse med fordypningsoppgaven (Nicolaisen, 2021), der involveringen av prosjekterende gjennom en større del av produksjonen ble sett på som en sentral suksessfaktor ved gjennomføring av renoveringsprosjekter. Dette samsvarer med en av fire suksessfaktorer knyttet til den karakteristiske usikkerhetsutviklingen i forbindelse med byggets beskaffenhet listet opp i tabell 6 s. 41, som også er presentert i avsnittet under. Ved analysen av fremdriftsplan dokumentene tilknyttet MAX-bygget, var denne suksessfaktoren innledningsvis i planleggingen ikke tatt hensyn til slik som illustrert i figur 17 s. 55, der prosjekterings varighet ikke var koordinert etter stripping av kontor og rivning av fasade. Basert på figur 17 kan det argumenteres for at en underveis så behovet for å samkjøre prosjekteringen i større grad med rivningsarbeidet, ettersom prosjekteringsprosessen ble forlenget frem til rivningsarbeidet omtrent var ferdigstilt.

Slik som informantene trekker frem var det innledningsvis ved MAX-bygget "*tatt for lett*" på usikkerheten angående byggets befatning. Hovedårsaken til dette var knyttet til at de så på prosjektet som et nybygg fremfor et renoveringsprosjekt. Dette er av stor betydning av flere grunner, men det kan først og fremst sees i sammenheng med (Hussein, 2016) sin beskrivelse av prosjektkarakteristikker og suksessfaktorer som beskrevet i underkapittel 3.4.2. Hussein hevder at det er en sammenheng mellom prosjektkarakteristikker og tilhørende suksessfaktorer. Det vil si at om prosjektets karakteristiske trekk ikke er tatt i betraktning, tar en heller ikke hensyn til de prosjektspesifikke faktorene som kan bidra til at prosjektgjennomføringen blir en suksess eller fiasko. Med utgangspunkt i de prosjektkarakteristiske trekkene basert på forskningslitteraturen, presentert i tabell 5, s. 40, kan renoveringsprosjekters byggeprosess blant annet karakteriseres som usikker og preget av komplekse og skiftende forhold. I forhold til denne prosjektkarakteristikken er følgende elementer presentert i tabell 6, basert på funn gjort i min fordypningsoppgave (Nicolaisen, 2021), å anse som kritiske suksessfaktorer;

- Proaktiv usikkerhetshåndtering gjennom innsamling av opprinnelig byggeteknisk dokumentasjon og fysiske forundersøkelser av eksisterende bygg på et tilstrekkelig tidlig stadium.
- Involvering av nødvendig og relevant kompetanse i forhold til det byggeprosjektet en tar for seg.
- Interaktiv usikkerhetshåndtering ved å forholde seg fleksibel til tidlig utformede planer.
- Involvering av prosjekterende gjennom en større del av produksjon.



De to første suksessfaktorene går ut på å redusere usikkerheten knyttet til de valg en gjør innledningsvis i byggeprosessen og kan sees i sammenheng med (Eikeland, 1999) sin beskrivelse av usikkerhetsutvikling og akkumulering av kostnader. Dette gjøres ved å eksempelvis samle inn byggeteknisk dokumentasjon angående det opprinnelige bygget og foreta fysiske bygningsundersøkelser for å belyse byggets beskaffenhet, samt involvere aktører eller personer som har kjennskap til denne typen byggeprosjekt. Ifølge (Jensen *et al.*, 2018) kan det også knyttes en betydelig usikkerhet til opprinnelig byggeteknisk dokumentasjon fra det eksisterende bygget. Slik jeg ser det øker dette usikkerhetsmomentet, samt usikkerheten knyttet til byggets befatning, produksjonsaktivitetenes grad av flyt- og prosessvariabilitet. Dette var ifølge informantene tilfelle ved MAX-bygget der byggets opprinnelige byggetegninger ikke ga et riktig bilde av byggets faktiske tilstand, eller hvordan det opprinnelig var bygget. Byggets faktiske tilstand ble dermed først avdekket under og etter rivningsarbeidet ble ferdigstilt. Basert på dette kan det argumenteres for at illustreringen av usikkerhetsutviklingen ved gjennomføring av bygningsreoveringer presentert i figur 12 s. 39, er relativt representativ i forhold til de usikkerhetsmomentene som oppsto under produksjon ved MAX-bygget. Slik jeg ser det viser dette til viktigheten av å ha en forståelse for de prosjektkarakteristiske trekkene ved bygningsreoveringer og hvordan denne typen prosjekt er forskjellig fra det mer generelle, som eksempelvis nybygg.

Usikkerhetsmomentene som dukket opp underveis ved MAX-bygget er også et godt eksempel på hvorfor grundige forundersøkelser er viktig. Som påpekt av informantene benyttet de seg av en miljøsaneringsrapport, samt stikkprøver av bygningsoverflaten, for å danne seg et bilde av byggets beskaffenhet. Miljøsaneringsrapporten lagt med i vedlegg E, tok i utgangspunktet for seg en undersøkelse av de deler som skulle rives og håndteres av rivningsarbeiderne for å kartlegge eventuelle miljø- og helseskadelige stoffer. Denne kartleggingen er, slik jeg ser det, avgjørende i forhold til arbeidsflyten under rivningsprosessen og dermed dens varighet. Om det under rivningsprosessen eksempelvis viser seg å være asbest på områder som ikke er belyst gjennom miljøsaneringsrapporten, må arbeidet stoppes og området der asbesten er oppdaget sperres av, og deretter saneres etter gjeldende forskrifter. Om denne kartleggingen ikke er utført grundig nok kan det dermed resultere i at slike hendelser som beskrevet i eksempelet forekommer ofte nok til at rivningsprosessen forlenges betraktelig. Dette kan resultere i betydelige ringvirkninger i form av at produksjonsaktivitetene som kommer etter rivningsarbeidet utsettes. I de fleste tilfeller kan ikke oppbyggingen påbegynnes før rivningsarbeidet er ferdigstilt, som fra et CPM-perspektiv beskrevet i delkapittel 3.2.2, vil si at om rivningsarbeidet blir utsatt for betydelige forsinkelser kan det i ytterste konsekvens medføre at hele byggeprosessen også forlenges.

Et annet sentralt aspekt ved miljøsaneringsrapporten er at den bare tar for seg en undersøkelse av de deler av bygget som skal rives, med andre ord ikke det en faktisk ønsker å beholde. Det kan argumenteres for at en til tross for dette skaffer seg en visuell forståelse av tilstanden til det som skal beholdes, men ikke i like stor grad som der en gjennomfører en grundig undersøkelse på de bygningselementene som faktisk skal beholdes. Slik jeg ser det er det avgjørende at en ved den innledende planleggingen har lagt til grunn en undersøkelse av de bygningselementer en skal beholde. På denne måten kan en redusere den operasjonelle usikkerheten på et relativt tidlig tidspunkt og etablere et tilstrekkelig informasjonsgrunnlag for videre planlegging.

Slik som det hevdes av informantene vil en mer uttømmende miljøsaneringsrapport der en også utfører grundige undersøkelser av de bygningselementer en skal benytte seg av,

medføre en betydelig kostnadsøkning. Spørsmålet blir da hvor mye usikkerhet en er villig til å planlegge for i forhold til den kostnaden som følger med forundersøkelser av det eksisterende bygget. Gjennom samspillsperioden konkretiseres prosjekteiers mål og ønsker i forhold til byggets fysiske utforming som beskrevet av (Hansen, 2019), før en entreprisekontrakt signeres. Det var av informantene hevdet at om en i sitt anbud tar for seg for mye usikkerhet, er det også en fare for at en priser seg selv ut av prosjektet. Som et svar på dette viste informantene til at det ved samspillsperioden og den innledende dialogen med byggherre er viktig å gjøre byggherren oppmerksom på potensielle usikkerhetsmomenter som kan dukke opp underveis. Ikke for å prise det inn i anbudet, men for å forberede byggherre på at uforutsette hendelser kan oppstå og at fremdriftsplanen justeres deretter. Dette er også et eksempel på betydningen av å videreformidle relevant kunnskap og erfaring mellom prosjektets aktører og prosjekteier som beskrevet av (Lindhard og Larsen, 2016). Med utgangspunkt i følgeskrivets innhold, lagt med i vedlegg C, kan det argumenteres for at byggherren til en viss grad hadde forståelse for de potensielle usikkerhetsmomentene knyttet til MAX-byggets tilstand. Dette ettersom det var påpekt i følgeskrivet at tegningsunderlaget til det opprinnelige bygget var mangelfullt, og det var derfor anbefalt at Veidekke utførte egne undersøkelser av bygget.

Slik det er påpekt i delkapittel 4.2.2 er involvering av aktører med relevant erfaring og kompetanse på et tidlig tidspunkt i prosjektforløpet, ansett av informantene til å være svært viktig i forbindelse med fremdriftsplanleggingen av renoveringsprosjekter generelt. Som beskrevet tidligere i dette delkapittelet, ble dette også oppfattet som en sentral suksessfaktor av informantene intervjuet i forbindelse med fordypningsoppgaven (Nicolaisen, 2021). Slik jeg ser det er anvendelsen av erfaring og kompetanse som er relevant til det prosjektet en tar for seg ved fremdriftsplanleggingen, avgjørende av følgende grunner;

- En har relativt god kjennskap renoveringsprosjekters karakteristiske trekk, og kan dermed tilpasse fremdriftsplanleggingen deretter, på et tidlig tidspunkt.
- De deler av det opprinnelige bygget en skal bygge på har ikke nødvendigvis en nybyggkvalitet, noe som ofte medfører at vanlige produksjonsaktiviteter tar lenger tid enn vanlig, fordi en må tilpasse seg byggets faktiske kvalitet.

Dette kan også sees i sammenheng med argumentet for at fremdriftsplanleggingen, fra et pull-perspektiv, baseres på produksjonens tenkte tilstand fremfor den faktiske, der jeg anser dette til å styrke behovet for relevant erfaring og kompetanse gjennom fremdriftsplanlegging. For at den tenkte tilstanden skal samsvare med den faktiske tilstanden forutsettes det, slik jeg ser det, at de som er involvert i planleggingen baserer sine beslutninger på erfaring og kompetanse som kan relateres til det spesifikke prosjektet de arbeider med. En må med andre ord ta hensyn til de prosjektkarakteristiske trekkene for at den tenkte og faktiske tilstanden til en viss grad skal samsvare. Ved å ta hensyn til dette ved utarbeidelse av de strategiske planene legges det et godt grunnlag for de operative planene, der en koordinerer og grovt estimerer delfasenes hovedaktiviteter etter de prosjektkarakteristiske momentene som kan påvirke utførelsen av aktivitetene under produksjon. Men dette avhenger også til dels av hvorvidt en samhandler og kommuniserer med hverandre ved utarbeidelse av plannivåene som diskutert i forrige delkapittel. Ved å involvere relevant erfaring og kompetanse, følge involverings- og samhandlingsprinsippet innen IP og benytte seg av tilhørende teknikker og metoder ved utforming av plannivåene, kan det argumenteres for at en styrker fremdriftsplanenes forutsigbarhet og dermed arbeidsflyten under

produksjon. Bakgrunnen for argumentet er at en med utgangspunkt i disse momentene reduserer aktivitetenes flyt og prosessreliabilitet betraktelig som diskutert i forrige delkapittel.

Et annet sentralt moment for optimalisering av fremdriftsplanleggingen er, som påpekt av informantene, tilstrekkelig kommunikasjon og informasjonsflyt fra prosjektledelsen ned til den spesifikke fagarbeider, og tilbake igjen, altså en toveis kommunikasjon. Å legge til rette for tilstrekkelig samhandling og kommunikasjon mellom prosjektets aktører ble i forbindelse med fordypningsoppgaven (Nicolaisen, 2021), ansett til å være en sentral suksessfaktor i forbindelse med det prosjektkarakteristiske trekket, organisatorisk kompleksitet, beskrevet i tabell 6. Dette kan sees i sammenheng med at prosjektgjennomføringen utgjøres av bidrag fra prosjektets aktører hovedsakelig i form av erfaring, kompetanse og bemanning, samt materielle ressurser, som må koordineres og styres gjennom samhandling og kommunikasjon som beskrevet av (Hansen, 2019). Som diskutert i forrige delkapittel legger hovedprinsippene innen IP, samt kombineringsen av plansystemet og møtestrukturen, opp til at prosjektets aktører kan samhandle og kommunisere med hverandre på tilstrekkelig vis. Slik jeg ser det kan det også argumenteres for at dette styrker fremdriftsplanleggingens grad av gjennomsliktighet som beskrevet av (Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Bakgrunnen for dette argumentet er at fremdriftsplanleggingen utføres i felleskap der de involverte partene, helt ned til den spesifikke fagarbeider, kan gjøre seg kjent med fremdriftsplanen og hva som skal gjøres fremover under produksjon. Som diskutert i forrige delkapittel er ikke prinsippet angående involvering av samhandling med fagarbeiderne ved utforming av egne planer nødvendigvis gjeldende for alle underentreprenører, noe som kan medføre at informasjonsflyten kan stoppe opp på bas-nivå hos enkelte underentreprenører.

Det ble blant annet påpekt av informantene at det ved enkelte situasjoner under produksjon viste seg at den nødvendige informasjonen ikke var videreformidlet helt ned til den enkelte fagarbeider hos underentreprenørene. Det ble ikke gitt en spesifikk grunn for dette, men slik jeg ser det kan dette knyttes til at enkelte av underentreprenørene ikke benyttet seg av lagsplaner og -møter. I ytterste konsekvens kan dette føre til at fagarbeiderne som tilhører de involverte underentreprenørene ikke utfører planlagt aktivitet etter etablert plan som beskrevet av (Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013; Hansen, 2019). Den kontinuerlige samhandlingen og kommunikasjonen er også en sentral faktor i forhold til det å forholde seg tilpasningsdyktig underproduksjon, og vil bli diskutert nærmere i delkapittelet under.

### 5.3 Hvordan kan fremdriftsplanleggingen tilpasses renoveringsprosjekters komplekse og usikre forhold?

Ved det tredje forskningsspørsmålet stilles det spørsmål ved hvordan fremdriftsplanleggingen kan tilpasses renoveringsprosjekters komplekse og usikre forhold.

Med utgangspunkt i diskusjonsmomentene angående renoveringsprosjekters karakteristiske trekk fra forrige delkapittel, kan det argumenteres for at det første og mest betydelige steget mot å tilpasse fremdriftsplanleggingen etter renoveringsprosjekters komplekse og usikre forhold er å ha kjennskap til at de eksisterer. Slik som diskutert i forrige delkapittel, samt uttalelsen til en av informantene presentert i delkapittel 4.2.3 er det relativt tydelig at aktørene involvert i utformingen av de strategiske og operative planene, ikke hadde tatt disse faktorene i betraktning. Effekten av dette viser seg i den overordnede tidsrammen til prosjektet, manglende kartlegging av bygget beskaffenhet, betydelige usikkerhetsmomenter som dukket opp under produksjon og endringen av hovedaktivitetene i fremdriftsplanen. Når det kommer til endringen av hovedaktivitetene presentert i figur 17, kan dette knyttes til prinsippet om planenes økende detaljeringsgrad etter hvert som en nærmer seg produksjon, som er et sentralt prinsipp ved IP. Men den aktiviteten som skiller seg ut er, som tidligere nevnt, prosjekteringens varighet som ble utvidet betraktelig gjennom prosjektforløpet. For å oppsummere fra forrige delkapittel, var dette et resultat av utilstrekkelig samhandling mellom Veidekke, prosjekterende og byggherre, angående MAX-bygget, samt at en ikke hadde tatt renoveringsprosjekters karakteristiske trekk i betraktning.

Slik som det er diskutert i forrige delkapittel ble det av informantene ansett som svært viktig at en involverer aktører som har kompetanse og erfaring innen det spesifikke prosjektet en tar for seg, som i dette tilfellet er renoveringsprosjekter. De argumentene jeg har kommet med i forhold til dette diskusjonsmomentet, som var knyttet til 2. forskningsspørsmål, anser jeg også til å være relevant i forhold til hvordan fremdriftsplanen kan tilpasses renoveringsprosjekter. Dette kan begrunnes med at de partene som er involvert i den innledende utarbeidelsen av planene, blant annet faseplan og utkikkplan, til syvende og sist baserer dette på sin egen kompetanse og erfaring. Det kan også argumenteres for at relevant kompetanse og erfaring på nivå med arbeidslaget er en sentral faktor i forhold til det å fortløpende tilpasse fremdriftsplanen til renoveringsprosjekters karakteristiske trekk. Dette kan sees i sammenheng med at det gjennom IP-metoden legges vekt på at fagarbeiderne skal involveres i planleggingen av sin egen arbeidshverdag som beskrevet av (Aslesen og Bølviken, 2017). Om eksempelvis arbeidslaget har praktisk erfaring og kompetanse innen bygningsrenovering, kan de gi tilbakemelding på om det som er planlagt er realistisk i forhold til byggets og produksjonens faktiske tilstand basert på egen erfaring.

Å tilrettelegge for fleksibilitet ved fremdriftsplanleggingen av produksjon ble av informantene oppfattet som en sentral faktor i forhold til det å forholde seg tilpasningsdyktig til eventuelle uforutsette hendelser som dukket opp under produksjonen. Slik det er påpekt i delkapittel 4.2.3 ble det hevdet av informantene at gjennomføringen av MAX-bygget ikke var økonomisk lønnsomt, og en av hovedårsakene til dette var knyttet til manglende fleksibilitet under produksjon. Det ble ikke vist til noen spesifikk form for fleksibilitet, men basert på informantens utsagn kan det relateres til grad av tilpasningsdyktighet i forhold til håndteringen av uforutsette hendelser, som også samsvarer med beskrivelsen av tilpasningsdyktighet gitt av (Hansen, 2019).

Informantenes syn på tilrettelegging for fleksibilitet i denne oppgaven samsvarer også med de funn som er gjort i forbindelse med fordypningsoppgaven (Nicolaisen, 2021), der dette ble sett på som en sentral suksessfaktor i forhold til de prosjektkarakteristiske usikkerheten slik som presentert i tabell 6 s. 41. Slik jeg ser det kan det argumenteres for at en gjennom følgende prinsipper innen IP, og LPS, legger til rette for en fleksibel produksjon;

- Slik det er påpekt i delkapittel 5.1 kan det argumenteres for at en gjennom prinsippet innen IP angående planenes økning i detaljeringsgrad etablerer en form for fleksibilitet i forhold til produksjon. En sørger dermed for at kan tilpasse fremdriftsplanen etter eventuelle uforutsette hendelser, uten at en har låst seg fast ved å planlegge i for stor detalj ved eksempelvis faseplan eller utkviksplanen.
- I følge IP veilederen og et av de tolv prinsippene innen LPS beskrevet av (Ballard og Tommelein, 2016), vises det til at en gjennom den rullerende planleggingen bør opparbeide en buffer med sunne aktiviteter. Om det skulle oppstå en uforutsett hendelse som medfører at en aktivitet ikke kan igangsettes, kan arbeidslaget ta for seg en annen sunn aktivitet fra bufferen uten at betydelige forsinkelser oppstår. Men ifølge informantene var det ved MAX-bygget ikke opprettet en slik buffer. Dette var et resultat av en rekke faktorer, deriblant at den overordnede tidsrammen for prosjektgjennomføringen var urealistisk, samt manglende prosjektering.

Det ble også hevdet av en av informantene at det ved fremdriftsplanleggingen burde ha blitt lagt til rette for buffer/slakk mellom hovedaktivitetene ved MAX-bygget, eksempelvis mellom samspillsperioden og prosjektering, og rivningsarbeidet og oppbyggingen. Dette kan også sees i sammenheng med (Pinto, 2020) sin beskrivelse av grad av fleksibilitet ved et aktivitetsnettverk, hvor det vises til differansen mellom tidligst og senest mulig start- eller slutt punkt for en aktivitet. Pinto viser til den mer tradisjonelle planleggingsmetodikken CPM, som i utgangspunktet ikke anvendes i kombinasjon med planleggingsystemet LPS. Slik jeg ser det ligger sammenhengen i at en ser på rekkefølgen av hovedaktiviteter som må ha kommet langt nok i sin prosess før neste hovedaktivitet kan påbegynnes, og informanten argumenterer med andre ord for økt fleksibilitet mellom disse hovedaktivitetene. Dette blir da mer på nivå med hovedplan etter figur 8, s. 29, og ikke på nivå med detaljplan hvor CPM vanligvis benyttes. Ved å implementere denne typen fleksibilitet i fremdriftsplanleggingen skapes det også rom for prosjektets aktører til å tilpasse seg eventuelle uforutsette funn som kan dukke opp under og etter rivningsprosessen. Om prosjekterende også er involvert fysisk på byggeplass gjennom en større del av produksjon som diskutert i forrige delkapittel, har prosjekterende også mer rom for å tilpasse produksjonsunderlaget til eventuelle uforutsette hendelser. Som beskrevet av (Olsson, 2009) fører også denne typen fleksibilitet med seg en økonomisk og tidsmessig kostnad. Det kan også argumenteres for at denne typen fleksibilitet kan resultere i uproduktiv tid under produksjon dersom en uforutsett hendelse ikke oppstår. Det er altså positive og negative sider ved dette, men slik jeg ser det bør implementeringen av fleksibilitet i form av tidsbuffer mellom hovedaktivitetene vurderes opp imot prosjektets grad av usikkerhet som beskrevet av (Hussein, 2016).

Slik det er påpekt i delkapittel 4.2.3 var det flere aspekter ved planleggingsmetodikken IP som informantene anså til å være sentrale virkemidler for å håndtere uforutsette hendelser etter hvert som de oppsto. Dette var blant annet IP-metodens involverings- og samhandlingsprinsipp, tidlig identifisering av hindringer, og planstrukturens formål om å

planlegge en bestemt periode fremover i tid. Slik som diskutert i delkapittel 5.2 er den informasjon som fremkommer av de involverte partene ved utforming av plannivåene, samt de tilbakemeldinger som fremkommer av arbeidslaget, hovedsakelig fra Veidekke, en sentral styringsfaktor i forbindelse med justeringen av fremdriftsplanene etter produksjonens tenkte og faktiske forhold. Det ble også hevdet av informantene at det blant annet var den kontinuerlige samhandlingen og dialogen mellom prosjektets aktører, muliggjort gjennom kombineringsen av møtestrukturen og plansystemet, som bidro til at MAX-bygget ble ferdigstilt innen den gitte fristen. Slik jeg ser det styrket samhandlingen og dialogen, samt kombineringsen av plansystemet og møtestrukturen, aktørenes evne til å forholde seg tilpasningsdyktige og dermed fleksible i forhold til prosjektets usikkerhetsmomenter. Bakgrunnen for argumentet ligger i de ukentlige møtene som inngår i den rullerende planleggingen, der en fortløpende blir oppdatert på produksjonens tilstand basert på bas og arbeidslagets tilbakemeldinger. Men som tidligere diskutert er ikke nødvendigvis denne dialogen på nivå med lagsmøte gjeldende for de involverte underentreprenørene. Dette kan sees i sammenheng med betydningen av samhandling og kommunikasjon som beskrevet av (Lindhard og Larsen, 2016; Hansen, 2019) og har til en viss grad, slik jeg ser det, en reduserende effekt på fremdriftsplanleggingens styringsevne.

Som diskutert i delkapittel 5.1 og 5.2 er hindringsanalysen et effektivt verktøy for å på et relativt tidlig tidspunkt kunne identifisere aktivitetenes forutsetninger slik at de utføres til planlagt tid med riktig kvalitet. Til tross for at prosjekteringen ikke var kommet langt nok i sin prosess da produksjonen var påbegynt ved MAX-bygget, noe som medførte at en av de syv forutsetningene ikke var på plass, kan det argumenteres for at hindringsanalysen har vært et sentralt virkemiddel for å redusere usikkerheten knyttet til aktivitetsgjennomføringene til en viss grad. Som tidligere diskutert kan dette knyttes til at aktivitetenes grad av flytvariabilitet reduseres ved at en tar for seg de syv elementene i hindringsanalysen. Slik jeg har påpekt i delkapittel 5.2 kan det argumenteres for at renoveringsprosjektets karakteristiske usikkerhetsmomenter øker produksjonsaktivitetenes grad av flyt og prosess-variabilitet. Det kan dermed tenkes at hindringsanalysens virkning til en viss grad vil avhenge av hvorvidt kompetansen og erfaringen til dem som utfører analysen er relevant i forhold til det spesifikke prosjektet en arbeider med. Dette kan også sees i sammenheng med evnen en har til å forholde seg til plannivåenes tidshorison. Ifølge informantene ble det ansett som utfordrende å forholde seg til dette, fordi en raskt endte opp med å planlegge for en uke av gangen. Dette kan komme av en rekke årsaker, deriblant manglende prosjektering, men slik jeg ser det kan det også knyttes opp mot at informantene ikke tok de prosjektkarakteristiske trekkene i betraktning. Det vil si at det potensielt kan knyttes en betydelig grad av flytvariabilitet til aktiviteter som er analysert gjennom hindringsanalysen.

## 6 Konklusjon og videre arbeid

Utgangspunktet for denne oppgaven er min tidligere arbeidserfaring som rivningsarbeider og anleggsarbeider ved renoveringsprosjekter. Gjennom denne erfaringen oppsto det stadig situasjoner der byggets beskaffenhet og materielle innhold ikke samsvarte med det vi ble fortalt før arbeidet ble påbegynt. I forbindelse med mitt studium på NTNU ble det etter hvert naturlig for meg å stille spørsmål ved hvorfor disse situasjonene stadig oppsto. For å undersøke dette nærmere tok jeg gjennom fordypningsoppgaven for meg en undersøkelse om hva utførende entreprenør anså som utfordrende med gjennomføring av bygningsrenovering. Dette ledet meg så frem til denne oppgaven.

Jeg har i denne oppgaven undersøkt hvorvidt anvendelsen av planleggingssystemet LPS ved fremdriftsplanlegging av renoveringsprosjekter har en effekt på produksjonens grad av forutsigbarhet og flyt. For å undersøke denne problemstillingen nærmere er det forsøkt å belyse hva LPS er, hvordan dette planleggingssystemet benyttes i praksis, hva som i utgangspunktet må legges til grunn for optimalisering av fremdriftsplanleggingen og hvordan fremdriftsplanleggingen i seg selv kan tilpasses renoveringsprosjekters karakteristiske trekk. For å belyse dette er det forsøkt å samle inn empiri gjennom en intervjuundersøkelse og dokumentanalyse i forbindelse med en caseundersøkelse der jeg har tatt for meg gjennomføringen av et renoveringsprosjekt, MAX-bygget i Trondheim, der Veidekke hadde rollen som totalentreprenør. Det er også gjennomført et litteratur- og observasjonsstudium, der sistnevnte var i forbindelse med et pågående nybyggprosjekt på Sluppen i Trondheim med navn Alo.

Basert på de funn som er gjort gjennom litteratur- og observasjonsstudiet, samt dokumentanalysen, er det tydelig at prinsippene angående involvering, samhandling, tett og kontinuerlig dialog, tidligidentifisering av hindringer og at en planlegger ved å se fremover, står sterkt i Veidekke sin videreutvikling av LPS betegnet som IP. Det samme er også til en viss grad gjeldende for plannivåene. Forskjellene mellom LPS og IP viser seg blant annet ved at en gjennom IP har lagt til rette for en spesifikk plattform for kontinuerlig samhandling og kommunikasjon, først og fremst ved å kombinere plansystemet med en møttestruktur, samt den kontinuerlige planoppdateringen som utføres gjennom den rullerende planleggingen. Plannivåene og den tilhørende møttestrukturen er også utvidet ytterligere med to nivåer, der arbeidslagene involveres i større grad ved planleggingen sammenlignet med LPS. Til sammenligning med LPS er det gjennom møttestrukturen innen IP lagt mer vekt på den kontinuerlige oppfølgingen av aktivitetenes sunnhetsgrad fra det tidspunktet en aktivitet er betegnet som sunn, frem til aktiviteten skal igangsettes. IP skiller seg også fra LPS ved at planlegging i forhold til HMS og logistikkstyring er en integrert del av planleggingssystemet.

Når det kommer til hvordan Veidekke sin videreutvikling av LPS i teorien har en effekt på fremdriftsplanleggingen av renoveringsprosjekter kan det oppsummeres med at prinsippene og hovedelementene innen IP i teorien øker produksjonens grad av flyt og forutsigbarhet på følgende områder;

- Prinsippet angående involvering og samhandling, samt kombineringsplan-systemet og møttestrukturen styrker fremdriftsplanleggingens grad av gjennomsiktighet.

- Teknikkene og prinsippene som inngår i utformingen av faseplanen, reduserer aktivitetenes grad av prosessvariabilitet.
- Gjennom hindringsanalysen, samt koordineringen av aktivitetenes avhengigheter ved utforming av faseplanen, reduseres aktivitetenes grad av flytvariabilitet.
- Ved å redusere aktivitetenes grad av flyt og prosessvariabilitet, reduseres også den operasjonelle usikkerheten knyttet til produksjon.

Gjennom prinsippene og hovedelementene innen IP legges det også til grunn de prosjektkarakteristiske suksessfaktorene knyttet til renoveringsprosjekter presentert i tabell 6. Det kan dermed konkluderes med at Veidekke sin videreutvikling av LPS i teorien er godt egnet for å legge til rette for forutsigbarhet under produksjon med god arbeidsflyt ved gjennomføring av renoveringsprosjekter. Aktørenes evne til å følge prinsippene og elementene innen IP, når det gjelder MAX-bygget, var i stor grad påvirket av de forutsetninger som var lagt til grunn ved oppstartsfasen av prosjektet. Dette var hovedsakelig aktørenes innledende forståelse av renoveringsprosjekters karakteristiske trekk, den overordnede tidsrammen for prosjektet, og tilstanden til de forutgående prosessene før oppstart av produksjon. Til tross for dette var blant annet involverings- og samhandlingsprinsippet, samt kombineringsplan og møtестrukturen, avgjørende faktorer for at MAX-bygget ble ferdigstilt innen den gitte tidsrammen.

Med utgangspunkt i funn gjort i forbindelse med MAX-bygget kan det dermed konkluderes med at planleggingssystemet LPS, ene og alene ikke kan øke forutsigbarheten og arbeidsflyten under produksjon ved gjennomføring av renoveringsprosjekter, men at virkningen av å anvende LPS eller IP som planleggingssystem også avhenger av at en tar de prosjektkarakteristiske trekkene i betraktning fra første stund. Slik som det er påpekt ved beskrivelsen av undersøkelsesopplegget til denne oppgaven er det siktet etter å oppnå en teoretisk generalisering fremfor statisk generalisering. Det vil da si at konklusjonen som er trukket basert på funn gjort i forbindelse med MAX-bygget ikke uten videre kan generaliseres til å gjelde alle renoveringsprosjekter av denne typen, men det er fortsatt en sentral lærdom å ta til seg ved fremdriftsplanlegging av renoveringsprosjekter generelt.

Gjennom caseundersøkelsen var det tydelig at prosjekteier sin forståelse for de prosjektkarakteristiske trekkene, samt dialogen mellom prosjekteier og Veidekke i oppstartsfasen av prosjektet, spilte en sentral rolle i forhold til de forutsetninger som legges til grunn for den overordnede fremdriftsplanleggingen av prosjektet. Ved videre forskning innen temaet, ville det vært interessant å undersøke nærmere om og eventuelt hvordan ide- og utviklingsfasen kan tilpasses renoveringsprosjekters generelt komplekse og usikre forhold. Dette går da blant annet på prosjekteiers forståelse av de prosjektkarakteristiske trekkene en kan møte på under bygningsrenoveringer, og hvordan eventuelt anbudsprosessen og kontraktsutformingen kan tilpasses de komplekse og usikre forholdene.



# Referanser

Aakervik, A.-L. (2019) 'Hårete mål for gammelt bygg', *Trondheim 2030*, 5 July. Available at: <https://trondheim2030.no/2019/07/05/harete-mal-for-gammelt-bygg/> (Accessed: 5 November 2021).

Aslesen, S. and Bølviken, T. (2017) 'Involverende planlegging i Veidekke', in *Lean construction: forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. 1. utgave. Bergen: Fagbokforlaget, pp. 123–146.

'Avanserte litteratursøk - Wiki - innsida.ntnu.no' (no date). Available at: <https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Avanserte+litteraturs%C3%B8k> (Accessed: 4 October 2021).

Ballard, G. (1999) 'Work structuring - White paper #4', *Lean Costruction Institute*. Las Vegas, Nevada.

Ballard, G., Hammond, J. and Nickerson, R. (2009) 'Production Control Principles', in *17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. International Group for Lean Construction*, Taipei, Taiwan, pp. 489–500. Available at: <https://iglc.net/Papers/Details/623> (Accessed: 24 January 2022).

Ballard, G. and Tommelein, I. (2016) 'Current Process Benchmark for the Last Planner System', *Lean Construction Journal*, pp. 57–89.

Ballard, H.G. (2000) *The last planner system of production control*. University Of Birmingham. Available at: <http://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/4789/> (Accessed: 29 December 2021).

Bonnier, K. and Kalsaas, B.T. (2017) 'Tradisjonell prosjektplanlegging og -styring i et Lean-perspektiv', in *Lean construction: forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. 1. utgave. Bergen: Fagbokforlaget, pp. 61–85.

Bryde, D.J. and Schulmeister, R. (2012) 'Applying Lean principles to a building refurbishment project: experiences of key stakeholders', *Construction management and economics*, 30(9), pp. 777–794. doi:10.1080/01446193.2012.700405.

Bygg21 (2018) 'Gode bygg og områder - for helse, miljøet og lommeboka', *Bygg21*. Bygg21. Available at: <https://www.bygg21.no/rapporter-og-veiledere/gode-bygg-og-omrader---for-helse-miljoet-og-lommeboka/> (Accessed: 14 December 2020).

*Byggordboka - Usikkerhet, risiko og muligheter* (2018). Available at: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/usikkerhet-risiko-og-muligheter> (Accessed: 23 April 2021).

Carter, N. et al. (2014) 'The use of triangulation in qualitative research', *Oncology nursing forum*, 41(5), pp. 545–547. doi:10.1188/14.ONF.545-547.

Cwik, K. and Rosłon, J. (2017) 'Last planner system in construction', *MATEC Web of Conferences*, 117, pp. 32-. doi:10.1051/mateconf/201711700032.

Dahlum, S. (2021) 'validitet', *Store norske leksikon*. Available at: <http://snl.no/validitet> (Accessed: 18 January 2022).

- Dalland, O. (2020) *Metode og oppgaveskriving*. 7. utgave. Oslo: Gyldendal.
- Dallasega, P., Marengo, E. and Revolti, A. (2021) 'Strengths and shortcomings of methodologies for production planning and control of construction projects: a systematic literature review and future perspectives', *Production planning & control*, 32(4), pp. 257–282. doi:10.1080/09537287.2020.1725170.
- Deglum, E.Ø., Svalestuen, F. and Drevland, F. (2013) *TBA4127 Prosjekteringsledelse*. NTNU.
- Eikeland, P.T. (1999) *Teoretisk analyse av byggeprosessen*. ISBN 82-91860-12-2. Oslo, Norway: Sampsillet i Byggeprosessen, p. 77.
- Elsevier (2021) *Scopus Content Selection and Advisory Board | Elsevier Solutions, Elsevier.com*. Available at: <https://www.elsevier.com/solutions/scopus/how-scopus-works/content/scopus-content-selection-and-advisory-board> (Accessed: 9 December 2021).
- Ghosh, S. and Burghart, J. (2021) 'Lean Construction: Experience of US Contractors', *International journal of construction education and research*, 17(2), pp. 133–153. doi:10.1080/15578771.2019.1696902.
- Hamzeh, F., Ballard, G. and Tommelein, I. (2012) 'Rethinking Lookahead Planning to Optimize Construction Workflow', *Lean Construction Journal (LCJ)*, 2012, pp. 15–34.
- Hansen, G.K. (2019) *Samspillet i byggeprosessen*. 1. utgave. Bergen: Fagbokforlaget.
- Heigermoser, D. et al. (2019) 'BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management', *Automation in construction*, 104, pp. 246–254. doi:10.1016/j.autcon.2019.03.019.
- Heravi, A., Coffey, V. and Trigunarsyah, B. (2015) 'Evaluating the level of stakeholder involvement during the project planning processes of building projects', *International Journal of Project Management*, 33(5), pp. 985–997. doi:10.1016/j.ijproman.2014.12.007.
- Hussein, B. (2016) *Veien til suksess: fortellinger og refleksjoner fra reelle prosjektcaser*. Bergen: Fagbokforl. Available at: [https://www.nb.no/search?q=oaiid:"oai:nb.bibsys.no:999919848889902202"&mediatype=bøker](https://www.nb.no/search?q=oaiid:) (Accessed: 28 December 2020).
- IGLC.net - About* (2015). Available at: <https://iglc.net/Home/About> (Accessed: 9 December 2021).
- Jacobsen, D.I. (2015) *Hvordan gjennomføre undersøkelser?: innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. 3. utg. Oslo: Cappelen Damm akademisk, p. 432.
- Jensen, P.A. et al. (2018) '10 questions concerning sustainable building renovation', *Building and environment*, 143, pp. 130–137. doi:10.1016/j.buildenv.2018.06.051.
- Jensen, P.A. and Maslesa, E. (2015) 'Value based building renovation – A tool for decision-making and evaluation', *Building and environment*, 92, pp. 1–9. doi:10.1016/j.buildenv.2015.04.008.
- John W. Creswell and Creswell, J.D. (2018) *Research design: qualitative, quantitative & mixed methods approaches*. 5th edition. Los Angeles, California: Sage.

- Kalsaas, B.T. (2017a) 'Last Planner - et system for planlegging og styring', in *Lean construction: forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. 1. utgave. Bergen: Fagbokforlaget, pp. 35–56.
- Kalsaas, B.T. (2017b) *Lean construction: forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Bergen: Fagbokforl.
- Kalsaas, B.T., Skaar, J. and Thorstensen, R.T. (2015) 'Pull vs. Push in Construction Work Informed by Last Planner', in *23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. International Group for Lean Construction*, pp. 103–112. Available at: <https://iglc.net/Papers/Details/1217> (Accessed: 30 December 2021).
- Kemmer, S. and Koskela, L. (2012) 'Developing a Lean Model for Production Management of Refurbishment Projects', in *20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction - San Diego, California, USA. International Group for Lean Construction*, San Diego, California, USA. Available at: <http://iglc.net/Papers/Details/788>.
- Kemmer, S. and Koskela, L. (2014) 'Understanding Production Management of Refurbishment Projects of a Housing Association – an Exploratory Case Study', in *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction - Oslo, Norway - 2014. International Group for Lean Construction*, Oslo, Norway, pp. 651–662.
- Knotten, V., Lædre, O. and Hansen, G.K. (2017) 'Building design management - key success factors', *Architectural engineering and design management*, 13(6), pp. 479–493. doi:10.1080/17452007.2017.1345718.
- Koskela, L. et al. (2002) 'The foundations of lean construction', *Design and Construction: Building in Value* [Preprint].
- Koskela, L., Stratton, R. and Koskenvesa, A. (2010) 'Last Planner and Critical Chain in Construction Management: Comparative Analysis', in *18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. International Group for Lean Construction*, Haifa, Israel, pp. 538–547. Available at: <https://iglc.net/Papers/Details/680> (Accessed: 29 December 2021).
- Lædre, O. (2009) *Kontraktstrategi for bygg- og anleggsprosjekter*. Trondheim: Tapir akademisk forl. Available at: [https://www.nb.no/search?q=oaiid:"oai:nb.bibsys.no:990932609464702202"&mediatype=bøker](https://www.nb.no/search?q=oaiid:) (Accessed: 9 April 2021).
- Lindhard, S. and Larsen, J.K. (2016) 'Identifying the key process factors affecting project performance', *Engineering, construction, and architectural management*, 23(5), pp. 657–673. doi:10.1108/ECAM-08-2015-0123.
- Lindhard, S. and Wandahl, S. (2012) 'Improving the Making Ready Process - Exploring the Preconditions To Work Tasks in Construction', in *20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction - San Diego, California, USA. International Group for Lean Construction*, San Diego, California, USA. Available at: <https://iglc.net/Papers/Details/801> (Accessed: 9 November 2021).
- Lindhard, S. and Wandahl, S. (2013) 'Improving Onsite Scheduling: Looking Into the Limits of the Last Planner System', *The built & Human Environment Review*, 6.
- Lindhard, S.M. et al. (2020) 'Ranking and comparing key factors causing time-overruns in on-site construction', *International Journal of Construction Management*, 0(0), pp. 1–7. doi:10.1080/15623599.2020.1820659.

- Marshall, C. and Rossman, G.B. (1989) *Designing Qualitative Research*. 1. ed. Newbury Park, Calif: SAGE.
- Neve, H.H. and Wandahl, S. (2018) 'Towards Identifying Making-Do as Lead Waste in Refurbishment Projects', in *26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction - Chennai, India - 2018*. International Group for Lean Construction, Chennai, India, pp. 1354–1364.
- Nicolaisen, K.H. (2021) *Utfordringer knyttet til produktivitet ved gjennomføring av renoveringsprosjekter*. Forprosjekt til materoppgave. Norges Tekniske Naturvitenskaplige Universitet, NTNU.
- Nygård, E.F. (2019) *Best Value Procurement: Erfaringer fra offentlig byggeprosjekter*. Masteravhandling. Norges Tekniske Naturvitenskaplige Universitet, NTNU.
- Olivieri, H. et al. (2019) 'Survey Comparing Critical Path Method, Last Planner System, and Location-Based Techniques', *Journal of construction engineering and management*, 145(12), pp. 4019077-. doi:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001644.
- Olsson, N. (2009) *Fleksibilitet i prosjekter - et tveegget sverd*. Kortversjon av doktorgrad avhandling. Norges Tekniske Naturvitenskaplige Universitet, NTNU. Available at: <https://www.ntnu.no/concept/concept-temahefter>.
- Om KLP Eiendom - KLP Eiendom* (no date). Available at: <https://www.klpeiendom.no/oslo/om-klp-eiendom> (Accessed: 6 November 2021).
- Overland, J.-A. (2018) *TONE - strategi for kildekritikk, Nasjonal digital Læringsarena*. Available at: <https://ndla.no/nb/subjects/subject:14/topic:1:185701/resource:1:169741>.
- Pinto, J.K. (2020) *Project management: achieving competitive advantage*. 5th edition. Global edition. Boston: Pearson Education.
- Primayuda, V.D., Hatmoko, J.U.D. and Hermawan, F. (2019) 'Exploring Lean Construction for Housing Projects: A Literature Review', in. IOP Publishing, pp. 12006-. doi:10.1088/1755-1315/366/1/012006.
- Project Management Institute (2019) *Practice Standard for Work Breakdown Structures - Third Edition*. Chicago: Project Management Institute.
- Rahmat, I. and Ali, A.S. (2010) 'The involvement of the key participants in the production of project plans and the planning performance of refurbishment projects', *Journal of building appraisal*, 5(3), pp. 273–288. doi:10.1057/jba.2009.34.
- Rolstadås, A. et al. (2020) *Praktisk prosjektledelse: fra idé til gevinst*. 2. utgave. Bergen: Fagbokforlaget.
- Rzadkowska, J. (2020) 'kompleks', *Store norske leksikon*. Available at: <http://snl.no/kompleks> (Accessed: 25 April 2021).
- Samset, K.F. (2014) *Prosjekt i tidligfasen: valg av konsept*. 2. utg. Bergen: Fagbokforl.
- Skilbrei, M.-L. (2019) *Kvalitative metoder: planlegging, gjennomføring og etisk refleksjon*. 1. utgave. Bergen: Fagbokforlaget.
- Sutrisna, M., Ramanayaka, C.D.D. and Goulding, J.S. (2018) 'Developing work breakdown structure matrix for managing offsite construction projects', *Architectural*

*engineering and design management*, 14(5), pp. 381–397.  
doi:10.1080/17452007.2018.1477728.

Thagaard, T. (2018) *Systematikk og innlevelse: en innføring i kvalitative metoder*. 5. utg. Bergen: Fagbokforl, p. 222.

Thuvander, L. et al. (2012) 'Unveiling the Process of Sustainable Renovation', *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 4(6), pp. 1188–1213. doi:10.3390/su4061188.

Tjora, A.H. (2010) *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Oslo: Gyldendal akademisk, p. 218.

Tjora, A.H. (2021) *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. 4. utgave. Oslo: Gyldendal.

Torp, O. et al. (2018) 'Is Integration of Uncertainty Management and the Last Planner System a Good Idea?', in. *26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, pp. 658–668. Available at: <https://iglc.net/Papers/Details/1590> (Accessed: 23 April 2021).

Torp, O., Karlsen, J.T. and Johansen, A. (2008) *Teori, kunnskapsgrunnlag og rammeverk innen usikkerhetsstyring av prosjekter*. Forskningsrapport NSP-0024. Norsk senter for prosjektledelse. Available at: <https://www.prosjektnorge.no/forskning/fullforte-prosjekter/>.

Torp, O. and Klakegg, O. (2016) 'Challenges in Cost Estimation under Uncertainty—A Case Study of the Decommissioning of Barsebäck Nuclear Power Plant', *Administrative sciences*, 6(4), p. 21. doi:10.3390/admsci6040014.

Uotila, U., Saari, A. and Junnonen, J.-M. (2020) 'Uncertainty in the Early Phase of a Municipal Building Refurbishment Project—A Case Study in Finland', *Buildings (Basel)*, 10(8), p. 137. doi:10.3390/buildings10080137.

*Veidekke bygger miljøbygget ALO på Sluppen i Trondheim* (2020) *Veidekke*. Available at: <http://veidekke.no/om-oss/nyheter-og-media/pressemeldinger/article35520.ece> (Accessed: 13 December 2021).

Wæhle, E., Dahlum, S. and Grønmo, S. (2020) 'case-studie', *Store norske leksikon*. Available at: <http://snl.no/case-studie> (Accessed: 18 December 2021).

Wohlin, C. (2014) 'Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering', in. ACM (EASE '14), pp. 1–10.  
doi:10.1145/2601248.2601268.

Wong, L.S. and Ahmed, M.E.A.M. (2018) 'A critical review of lean construction for cost reduction in complex projects', *Jordan Journal of Civil Engineering*, 12(4), pp. 707–720.

Yin, R.K. (2009) *Case study research: design and methods*. 4th ed. Thousand Oaks, Calif: Sage (Applied social research methods series).



# Vedlegg

Vedlegg A: Intervjuguide

Vedlegg B: IP-Veilder

Vedlegg C: Følgeskriv

Vedlegg D: MAX-bygget, organisasjonsplan

Vedlegg E: Miljøsaneringsrapport

Vedlegg F: Sjekkliste for lagsmøte

Vedlegg G: Fullføringsgrad

Vedlegg H: Endringsnotater for fremdriftsplan





