

Rawand Mohamed

Implementering av VDC rammeverket for en mer effektiv beslutningsprosess

Med hovedfokus på målinger og ICE

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk / Digitale byggeprosesser
Veileder: Eilif Hjelseth

Juni 2020

Rawand Mohamed

Implementering av VDC rammeverket for en mer effektiv beslutningsprosess

Med hovedfokus på målinger og ICE

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk / Digitale byggeprosesser
Veileder: Eilif Hjelseth
Juni 2020

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for vareproduksjon og byggingteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Som svar på bygge- og anleggsvirksomhetens nedgang i produktivitet har Virtual Design and Construction (VDC) blitt introdusert. VDC er et rammeverk utviklet av Center of Integrated Facility Engineering (CIFE). VDC er kjente effektive teknikker og moderne verktøy satt i system og har som mål å forbedre prosjekteffektiviteten. De fire hovedelementene i VDC omhandler Bygningsinformasjonsmodell (BIM), prosesstyring, målinger og en møtemetodikk kalt Integrated Concurrent Engineering (ICE). I et byggeprosjekt må prosjektgruppen gjennomføre tverrfaglige beslutninger som kan ha store konsekvenser for fremdrift, miljø og kostnad. Oppgavens formål er å vurdere muligheten for en mer effektiv beslutningsprosess ved å implementere VDC rammeverket med hovedfokus på målinger og ICE. Problemstillingen for oppgaven lyder som følger:

«Hvordan kan implementering av VDC rammeverket med hovedfokus på målinger og ICE bidra til en mer effektiv beslutningsprosess?»

Med bakgrunn i problemstillingen er det utarbeidet tre forskningsspørsmål:

- FS1: Hvilke utfordringer i en beslutningsprosess kan VDC rammeverket bidra til å løse?
- FS2: Hvilke aktiviteter/tiltak kan bidra til en effektiv beslutningsprosess?
- FS3: Hvordan kan bruk av ICE-sesjonsplan bidra til effektivisering av beslutningsprosessen?

Oppgaven er gjennomført i samarbeid med Rambøll som er en global samfunnsrådgiver og et ledende miljø innen rådgivning og prosjektering. Forskningsmetoden som er benyttet i dette studiet er blant annet fire semistrukturerte intervju av sentrale nøkkelpersoner i Rambøll, og deres erfaringer med VDC og beslutningsprosesser. For å samle inn data til teoridelen er det gjennomført en omfattende litteraturstudie for å tilegne undertegnende og leserne uten forkunnskap tilstrekkelig kunnskap om temaområdene. Videre er det gjennomført en casestudie med observasjon av prosjekteringsmøtene og en spørreundersøkelse for å samle inn empirisk data.

Hovedfunnene i dette studiet har vist at implementering av VDC rammeverket med hovedfokus på målinger og ICE kan bidra til en mer effektiv beslutningsprosess ved at det er større fokus på forberedelser, gjennomføring og forbedring i prosjektene. Flere av nøkkelpunktene i målinger og ICE-metodikk som er presentert i denne oppgaven vil kunne løse mange av utfordringene i en beslutningsprosess. Ved at de fokuserer på forankring og kunnskap i organisasjonen, tidlig sesjonsplanlegging, gode forberedelser, deltakelse av beslutningstakere til riktig tid, tydelig målsetting og gjennomføring, og kontinuerlig forbedring.

Ved å koble LPS og ICE kan man tidlig i prosjektet se når beslutninger må tas og dermed planlegge tidlig i prosessen. Dette vil gi fagene god tid til å planlegge sine arbeidsoppgaver for å bli ferdig i henhold til fremdriftsplanen, for å unngå ventetid mellom fagene. VDC fokuserer på involverende planlegging som gir prosjektdeltakerne større tilhørighet og eierskap til prosjektet, og dermed er klar over egne bidrag. Gjennom bruk av målinger kan man oppnå prosjektets målsetninger, og ved å koble målingene mot PDCA kan målinger brukes til å forbedre prosjektytelsen kontinuerlig. Videre fokuserer VDC rammeverket på å identifisere de kontrollerbare faktorene som er viktige for å kunne styre prosjektet mot ønsket utfall.

Abstract

In response to the construction industry's decline in productivity, Virtual Design and Construction (VDC) has been introduced. VDC is a framework developed by the Center of Integrated Facility Engineering (CIFE). VDC is known effective techniques and modern tools put into the system and aims to improve project efficiency. The four main elements of VDC deal with Building Information Model (BIM), process control, measurement, and a meeting methodology called Integrated Concurrent Engineering (ICE). In a construction project, the project team must make interdisciplinary decisions that can have major consequences for progress, environment and cost. The purpose of the assignment is to assess the possibility of a more efficient decision-making process by implementing the VDC framework with the main focus on measurements and ICE. The problem statement for the assignment reads as follows:

«How can the implementation of the VDC framework with emphasis on measurements and ICE contribute to a more efficient decision-making process?»

Based on the problem, three research questions have been prepared:

- FS1: What challenges in a decision-making process can the VDC framework help solve?
- FS2: What activities / measures can contribute to an effective decision-making process?
- FS3: How can the use of ICE-session Plan contribute to streamlining the decision-making process?

The assignment was carried out in collaboration with Ramboll, a global social advisor and a leading consultancy and design environment. The research method used in this study includes four semi-structured interviews of key key personnel in Ramboll, and their experiences with VDC and decision-making processes. In order to collect data for the theory part, a comprehensive literature study has been carried out in order to obtain sufficient knowledge of the subject areas and the readers without prior knowledge. Furthermore, a case study was conducted with observation of the design meetings and a survey to collect empirical data.

The main findings of this study have shown that implementation of the VDC framework with focus on measurements and ICE can contribute to a more efficient decision-making process, because there is a greater focus on preparation, implementation and improvement in the projects. Several of the key points in measurements and ICE presented in this paper will solve many of the challenges in the decision-making process by focusing on anchoring and knowledge in the organization, early session planning, good preparation, participation of decision makers at the right time, clear objectives and implementation, and continuous improvement.

By connecting LPS and ICE, early in the project you can see when decisions need to be made and thus plan early in the process. This will give the project team time to plan their work tasks to be completed in accordance with the progress plan to avoid waiting time. VDC focuses on involved planning that gives project participants greater affiliation and ownership of the project, and thus is aware of their own contributions. Through the use of measurements one can achieve the objectives of the project, and by connecting the measurements to the PDCA, measurements can be used to continuously improve the project performance. VDC framework focuses on identifying the controllable factors that are important in order to steer the project towards the desired outcome.

Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på masterstudie, Digitale Byggeprosesser ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Oppgaven har et omfang på 30 studiepoeng, og er et resultat av et selvstendig arbeid på 24 uker, våren 2020. Kombinasjon av fulltidsjobb som prosjektleder og masterstudie har vært krevende, men studiet er sterkt forankret i praksis, og derfor har kombinasjonen vært svært nyttig og lærerikt.

Jeg ønsker først og fremst å rette en takk til veilederen min Eilif Hjelseth ved NTNU for god veiledning, nyttige innspill og konstruktive tilbakemeldinger. En stor takk til oppdragsgiver Rambøll for samarbeidet og deltakelse. Videre vil jeg takke min eksterne veileder i Rambøll, Frederick Roaldsøy Heidahl for hjelp med å finne relevant caseprosjekt og dyktige intervjuobjekter, samt innspill underveis i masteroppgaven. Jeg vil også takke alle som har deltatt på intervju og spørreundersøkelsen i forbindelse med oppgaven. En takk rettes også til min arbeidsgiver RVT for at de har vært fleksible og tilrettelagt for at jeg kan delta på det som har vært obligatorisk som har gjort det mulig å gjennomføre masterstudie.

Avslutningsvis rettes en stor takk til min kone og familie for god støtte gjennom hele studietiden.

Gjøvik, juni 2020



Rawand Mohamed

Innhold

Figurer	xi
Tabeller	xii
1 Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn for valg av oppgave	1
1.2 Problemstilling og Forskningsspørsmål	2
1.3 Omfang og begrensning	3
1.4 Oppgavens oppbygning	3
2 Metode	5
2.1 Forskningsmetode	5
2.1.1 Kvantitativ metode	5
2.1.2 Kvalitativ metode	5
2.2 Forskningsstrategi	6
2.3 Forforståelse	7
2.4 Anvendt metode	8
2.4.1 Valg av forskningsdesign	8
2.4.2 Fremgangsmåten for arbeidet med masteroppgaven	8
2.4.3 Litteraturstudie	8
2.4.4 Kildekritikk	9
2.4.5 Intervju	11
2.4.6 NSD Personvern	12
2.5 Casestudie – Mortensrud Idrettsanlegg	13
2.5.1 Spørreundersøkelse	15
2.5.2 Observasjonsstudie	15
2.6 ICE-sesjonsplan	17
2.7 Oppgavens troverdighet	17
3 Teoretisk grunnlag	20
3.1 Virtual Design and Construction	20
3.2 Prosesstyring	21
3.3 Bygningsinformasjonsmodellering	22
3.4 Integrated Concurrent Engineering	25
3.4.1 Sesjonsplanlegging	27
3.4.2 Gjennomføring og fasilitering av sesjoner	28
3.4.3 Evaluering og kvalitetssikring	28
3.5 Målinger	28

3.5.1	Målinger generelt i byggeprosjekter.....	28
3.5.2	Målinger i VDC-prosjekter	29
3.6	Lean Construction	32
3.6.1	Metoder og teknikker.....	32
3.7	Beslutningsprosesser	38
3.7.1	Utfordringer i ulike faser i et prosjekt	40
3.7.2	Suksessfaktorer/Fallgruver	41
4	Resultat.....	43
4.1	Intervju	43
4.2	Spørreundersøkelse	50
4.3	Observasjonsstudie	52
5	Diskusjon.....	56
5.1	Forskningsspørsmål 1	56
5.2	Forskningsspørsmål 2	62
5.3	Forskningsspørsmål 3	72
6	Konklusjon	81
7	Videre arbeid.....	83
	Referanser.....	84
8	Vedlegg	89

Figurer

Figur 1: Produktivitet i bygg og anlegg (SSB, 2018).....	1
Figur 2: Søkestrategi og -teknikk for litteraturstudiet. Prosessmodell utarbeidet av undertegnede i Bizagi Modeler	9
Figur 3 Struktur på intervjuer fritt illustrert etter Tjora (2010)	12
Figur 4: Mortensrud Idrettsanlegg, illustrasjonsbilde	13
Figur 5: Fremdriftsplan for Mortensrud Idrettsanlegg	14
Figur 6: Organisasjonskart for forprosjektet.....	14
Figur 7: Kandidater til spørreundersøkelsen	15
Figur 8: De fire hovedelementene i VDC	20
Figur 9: POP-modellen i VDC (Kunz & Fischer, 2012)	22
Figur 10: Et eksempel på en BIM-modell. Figur hentet fra: www.ckvango.com	23
Figur 11: ICE-møte (Fosse et al., 2017)	25
Figur 12: Kritiske suksessfaktorer for implementering av ICE-metodikk (Hermundsgård 2015)	27
Figur 13: Foreslåtte målinger i designfasen for VDC-prosjekter (Reinholdt et al., 2019).30	
Figur 14: Målinger - Rammeverk (Fischer et al., 2017).....	31
Figur 15: Prosessen fra prosjektmål til valg av kontrollerbare faktorer og målinger (Fischer et al., 2017)	32
Figur 16: The Lean Project Delivery System (Ballard, 2008).....	33
Figur 17: The Last Planner System(Ballard, 2008)	35
Figur 18: PDCA – Kontinuerlig forbedring. Hentet fra: mindtools.com	36
Figur 19: Årsaksdiagram, oversatt fra (Ballard and Howell, 1998)	37
Figur 20: Eksempel på anvendelse av de "5 Why". Figur hentet fra: www.kanbanize.com	38
Figur 21: Beslutningspunkt (Haanæs et al., 2004)	39
Figur 22: Viktige elementer for et godt gjennomført prosjekt (Prosjektering, 2020)	40
Figur 23: Sammenheng mellom usikkerhet og informasjonstilfang over tid (Sunnevåg, 2007)	40
Figur 24: Trinmodeller (Prosjektering, 2020).....	42
Figur 25: Informantenes rolle i Rambøll.....	43
Figur 26: Resultat fra spørreundersøkelse, Spørsmål 1	50
Figur 27: Resultat fra spørreundersøkelse, Spørsmål 2	51
Figur 28: Resultat fra spørreundersøkelsen, Spørsmål 3	51
Figur 29: Resultat fra spørreundersøkelsen, Spørsmål 4	52
Figur 30: Avklaringsplan.....	54
Figur 31: Tavle funksjon i Planview Projectplace.....	55
Figur 32: Oversikt over fullførte og forsinkede oppgaver i Planview Projectplace.....	55
Figur 33: Grafisk fremstilling av arbeid og effektivitet	55
Figur 34: BIM - Sammenstillingsmodell av Mortensrud Idrettsanlegg sett i fugleperspektiv – Del 1	58
Figur 35: BIM – Sammenstillingsmodell av Mortensrud Idrettsanlegg sett i fugleperspektiv – Del 2.....	58
Figur 36: Beslutningsprosess (Haanæs et al., 2004)	67
Figur 37: Eksempel på beslutningslogg, utarbeidet av undertegnende i Microsoft Excel .68	
Figur 38: Planleggingsfaser i LPS (Ballard, 2000).....	70
Figur 39: ICE-sesjonsplan.....	74
Figur 40: ICE-sesjonsplanen inneholder sjekkliste for hvert prosjekteringsmøte	75

Figur 41: Grafisk fremstilling av resultatet for hver ICE-sesjon	79
Figur 42: Grafisk fremstilling av resultatet for alle ICE-sesjoner i prosjektet	80

Tabeller

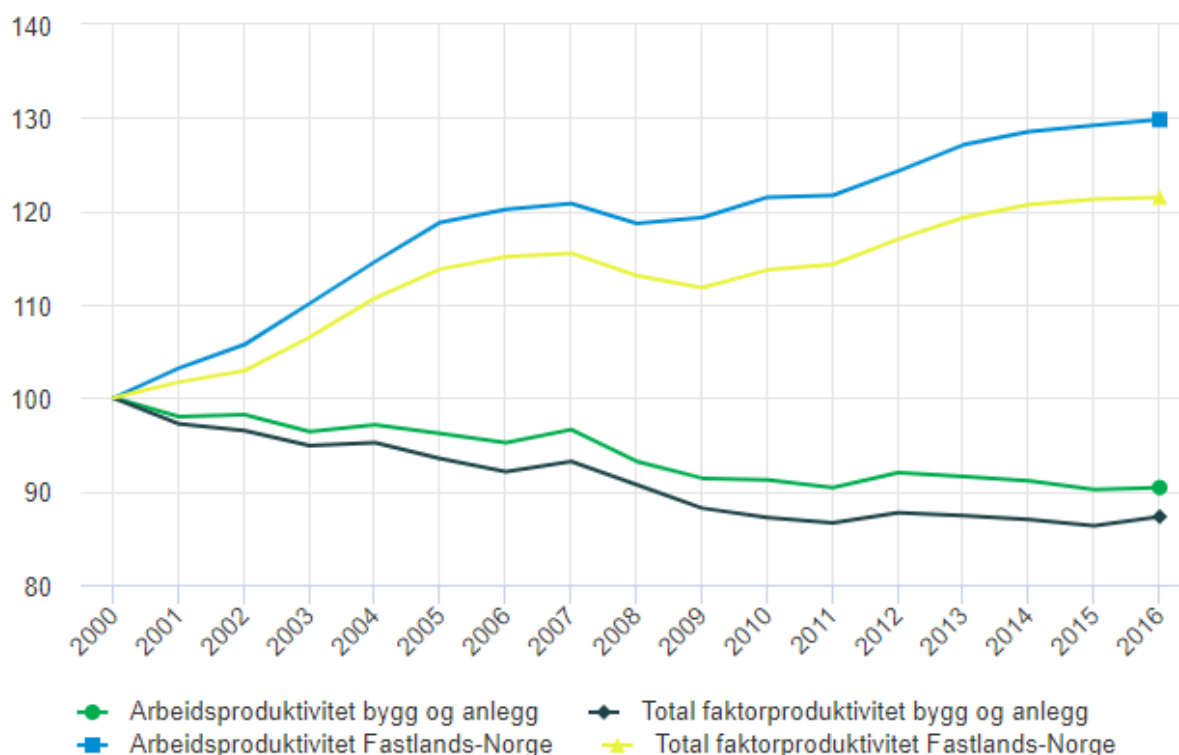
Tabell 1: Kvantitativ vs Kvalitativ metode (Samset, 2014)	5
Tabell 2: Subjektivitet og objektivitet (Tjora, 2010)	6
Tabell 3: Forskningsstrategi som er valgt for å besvare forskningsspørsmålene	7
Tabell 4: Evaluering av kildene, basert på VIKO (2019)	10
Tabell 5: Oversikt over aktiviteter som ble observert	16
Tabell 6: Gode resultater innen kvalitet, tid og risiko ved bruk av ICE (Hermundsgård, 2015)	25
Tabell 7: Behandling av interessentene (Prosjektering, 2020)	66

1 Introduksjon

I følgende kapittel blir bakgrunn for valg av oppgave, problemstillingen og forskingsspørsmålene presentert. Videre blir det gitt en beskrivelse av oppgavens omfang og begrensninger. Til slutt gis det en kort leseveiledning over rapportens oppbygning.

1.1 Bakgrunn for valg av oppgave

Produktiviteten i bygge- og anleggsvirksomhet har falt med 10% siden år 2000 (Thodesen, 2018), se Figur 1. Som svar på dette er flere metoder blitt introdusert for å løse dette problemet. Virtual Design and Construction (VDC) er et av de foreslåtte metodene som mange norske entreprenører har begynt å implementere i prosjektene sine for å forbedre prosjekteffektiviteten (Fosse et al., 2017); (Knotten and Svalestuen, 2014). VDC er et rammeverk utviklet av Center of Integrated Facility Engineering (CIFE) ved Stanford University i USA i 2001 (Khanzode et al., 2006). VDC er ikke et nytt verktøy eller teknikk, men kjente effektive teknikker og moderne verktøy satt i system (Linge, 2020). BIM er et sentralt element i VDC, sammen med prosessstyring, målinger (eng: Metrics) og en møtemetodikk kalt Integrated Concurrent Engineering (ICE), VDC er beskrevet nærmere i kapittel 3.1.



Figur 1: Produktivitet i bygg og anlegg (SSB, 2018)

Videre har byggeprosessen blitt mer teknisk kompleks og forskriftene har kommet med strengere krav de siste årene. For å imøtekomme denne endringen trenger en et omfattende utvalg av fagsammensetninger og aktører fra ulike virksomheter som samarbeider (Dossick & Neff, 2011). Når multidisiplinære team møtes fra ulike organisasjoner, kan det skape kulturelle og organisatoriske barrierer og ulikheter som

kan påvirke kommunikasjon, samarbeid og problemløsning (Cicmil & Marshal, 2005; Kunz & Fischer 2012, Mitropoulos & Tatum, 2000). I et byggeprosjekt må prosjektgruppen som kan bestå av arkitekter, rådgivere og entreprenører gjennomføre tverrfaglige beslutninger som kan ha store konsekvenser for fremdrift, miljø og kostnad (Baglo, 2017).

Videre står nå hele bygg- og anleggsnæringen i en rask og omveltende teknologisk utvikling. Digitalisering vil radikalt endre måten vi jobber, samhandler og kommuniserer på. Digital kunnskap og ferdigheter er identifisert som den største utfordringen for bransjen i årene framover, og i den forbindelse ble det nye masterstudiet *Digitale byggeprosesser* opprettet ved NTNU (buildingSMART, 2018). Det var gjennom dette studiet undertegnende fikk interessen for VDC som rammeverk, og ønsket å forske videre på dette temaet. Ved siden av masterstudiet har undertegnende jobbet fulltid som prosjektingeniør i to år før overgangen til prosjektleder for Ringsaker Vegg- og Takelementer AS (RVT), se kapittel 2.3 om undertegnendes forkunnskap. Undertegnende har gjennom sin karriere i bransjen erfart at det tas mange beslutninger av ulik type, størrelse og konsekvens, og dermed har det vært behov for nye arbeidsmetoder og prosesser i lys av det digitale skiftet som skjer i BAE-næringen nå med fokus på effektivisering av beslutningsprosessen.

Masteroppgaven er gjennomført i samarbeid med oppdragsgiver Rambøll som er en global samfunnsrådgiver og et ledende miljø innen rådgivning og prosjektering. I dialog med ekstern veileder i Rambøll ble oppgaven konkretisert mot optimalisering av prosjekteringsgjennomføringen med hovedfokus på beslutningsprosessen, da dette er Rambølls kjernevirksomhet med VDC som metodikk å basere seg på. Rambøll har flere sertifiserte i organisasjonen, og kjører flere prosjekter for både på bygg og samferdsel med en VDC-plattform. Selskapets neste steg blir å implementere VDC som beste praksis inn i deres egen gjennomføringsmodell. Både undertegnende og veileder i Rambøll har erfart at tid brukt på beslutninger er en stor årsak til at ting tar tid og en kilde til forsinkelser, misforståelser og ineffektiv kommunikasjon. Reinholdt et al. (2019) påpeker at i litteraturen er det en stor mengde publisert materiale om målinger og implementering av VDC i byggeprosjekter, men det foreligger et tilsynelatende kunnskapsgap om temaet målinger og VDC kombinert. Dermed har det vært en stor interesse for å forske på hvordan målinger og ICE, som er to sentrale elementer i VDC vil kunne effektivisere beslutningsprosessen.

I neste delkapittel vil problemstillingen og forskningsspørsmålene bli presentert.

1.2 Problemstilling og Forskningsspørsmål

Oppgavens formål er å vurdere muligheten for en mer effektiv beslutningsprosess ved å implementere VDC rammeverket med hovedfokus på målinger og ICE, som er to sentrale elementer i VDC. Problemstillingen for oppgaven lyder som følger:

«Hvordan kan implementering av VDC rammeverket med hovedfokus på målinger og ICE bidra til en mer effektiv beslutningsprosess?»

Med bakgrunn i problemstillingen er det utarbeidet tre forskningsspørsmål som oppgaven skal forsøke å besvare:

- FS1: Hvilke utfordringer i en beslutningsprosess kan VDC rammeverket bidra til å løse?
- FS2: Hvilke aktiviteter/tiltak kan bidra til en effektiv beslutningsprosess?

- FS3: Hvordan kan bruk av ICE-sesjonsplan bidra til effektivisering av beslutningsprosessen?

1.3 Omfang og begrensning

VDC omfavner et bredt spekter som bruken av tverrfaglige ytelsesmodeller av byggeprosjekter, inkludert selve bygget, arbeidsprosesser og hele prosjektorganisasjonen. Denne forskningen har vært begrenset til å legge hovedfokus på to elementer i VDC, målinger og ICE, selv om VDC rammeverket dekker flere aspekter og det kunne med fordel vært nyttig å koble inn flere av disse. Forskningen er også begrenset til en rådgiver selskap, Rambøll, og deres erfaringer med VDC og beslutningsprosesser. Forskningsmetoden er begrenset til å intervju fire sentrale nøkkelpersoner i Rambøll med relevant bakgrunn, en spørreundersøkelse, en casestudie og dokument- og litteraturstudie.

1.4 Oppgavens oppbygning

Denne rapporten er skrevet for NTNU i samarbeid med Rambøll, og er skrevet med hensyn på at interessenter innenfor bedriften og i næringen skal ha utbytte av å lese den. Derfor er det valgt å ta med en del relevant teori om fagområde og metode. I dette delkapittelet er oppgavens oppbygning presentert.

Kapittel 1 – Introduksjon

I dette kapittelet gis det en forklaring av bakgrunn for oppgaven samt problemstillingen og forskningsspørsmålene. Videre blir det gitt en beskrivelse av oppgavens omfang og begrensninger. Til slutt gis det en kort leseveiledning over rapportens oppbygning.

Kapittel 2 – Metode

Metodekapittelet er inkludert i oppgaven for å dokumentere hvordan arbeidet med rapporten er gjennomført. Først er ulike forskningsmetoder og forskningsstrategier presentert. Videre er det gitt en begrunnelse for valg av metode og en beskrivelse av disse. Til slutt vurderes oppgavens troverdighet.

Kapittel 3 – Teoretisk grunnlag

I dette kapittelet presenteres det teoretiske rammeverket som er relevant for oppgaven. Teorien er valgt på bakgrunn av oppgavens tema, problemstilling og forskningsspørsmål. Det er foretatt en omfattende litteraturstudie for å innhente teori som har gitt en tilstrekkelig forståelse for videre presentert data, og som rammeverk for diskusjon av resultatene fra datainnsamlingen. Teorikapittelet inneholder mye informasjon om aktuelle temaområder for at interessegrupper uten omfattende kunnskap om VDC og beslutningsprosesser skal ha utbytte av å lese rapporten.

Kapittel 4 – Resultater

Kapittelet fremstiller resultatene fra casestudiene. Her blir den kvalitative data innsamlingen gjennom intervjuer, spørreundersøkelser, observasjon av ICE-sesjoner og dokumentstudier presentert.

Kapittel 5 – Diskusjon

I dette kapittelet blir forskningsspørsmålene diskutert og besvart med utgangspunkt i teori- og resultatkapittelet.

Kapittel 6 – Konklusjon

I kapittel 6 vil det bli gitt en konklusjon av problemstillingen.

Kapittel 7 – Videre arbeid

I dette kapitlet blir det gitt en anbefaling for videre arbeid.

2 Metode

I dette kapitlet tar vi for oss metoden som er benyttet for gjennomføring av prosjektet. Først er ulike forskningsmetoder og forskningsstrategier presentert. Videre er det gitt en begrunnelse for valg av metode og en beskrivelse av disse. Til slutt blir det gitt en vurdering av oppgavens troverdighet. For at leserne uten omfattende forkunnskap skal forstå valgt metode og det teoretiske grunnlaget er det valgt å ta med mye teori om ulike forskningsmetoder og forskningsstrategier.

2.1 Forskningsmetode

Når forskningsspørsmålene er klare, må det legges en plan for hvordan forskningsprosjektet skal gjennomføres. Et viktig punkt er å finne en passende framgangsmåte for å innhente nødvendig datamaterialet (Andersen, 2019). Det er vanlig å skille mellom to hovedtyper metoder, *kvalitative* og *kvantitative*, som blir beskrevet nærmere i kapittel 2.1.1 og 2.1.2.

2.1.1 Kvantitativ metode

Den kvantitative metoden går ut på å samle inn et stort materiale slik at man kan lese av sammenhenger og har som mål å undersøke en hypotese (Hoffman, 2013). Dataene er numeriske, matematiske eller statistiske.

2.1.2 Kvalitativ metode

Den kvalitative metoden brukes ved innsamling og analyse av data som vanligvis foreligger i form av tekst (Grønmo, 2020). Hensikten med kvalitative studier er å oppnå dybdekunnskap og helhetlig forståelse. Kvalitativ forskning skal hjelpe forskeren å forstå hvordan og hvorfor ting skjer som de gjør, mens kvantitativ forskning er en tallfestet forskning (Holme and Solvang, 1997). Samset (2014) tydeliggjør denne forskjellen i Tabell 1.

Tabell 1: Kvantitativ vs Kvalitativ metode (Samset, 2014)

Kvantitativ metode	Kvalitativ metode
Tallbasert informasjon	Tekstlig informasjon
Få opplysninger om mange undersøkelsesenheter	Mange opplysninger om få undersøkelsesenheter
Stor grad av etterprøvbarehet	Etterprøvbarehet ofte problematisk
Stor vekt på presisjon	Stor vekt på relevans
Generalisering og samsvar som mål	Helhetsforståelse som mål
Nødvendig for å dokumentere og skaffe bevis	Nødvendig for å tolke og drøfte resultater

I følge (Tjora, 2010) skiller forholdene mellom kvalitative og kvantitative forskningsmetoder ved tre ulike temaer: subjektivitet og objektivitet, teoriens plass og pragmatisk hensyn, se Tabell 2.

Tabell 2: Subjektivitet og objektivitet (Tjora, 2010)

#	Design	Datagenerering	Dataanalyse	Tolkning
Dybdeintervju (Kvalitativt)	Forskersubjektiv og teoretisk	Intersubjektiv	Forskersubjektiv	Forskersubjektiv
Observasjon (Kvalitativt)	Forskersubjektiv og teoretisk	Forskersubjektiv	Forskersubjektiv	Forskersubjektiv
Survey (Kvantitativt)	Forskersubjektiv og teoretisk	Informantsubjektiv	Objektiv	Forskersubjektiv

De kvalitative metodene består av innsamling av data som vanskelig lar seg tallfeste og sammenligne direkte. Typiske kvalitative metoder kan være dybdeintervjuer, observasjoner og tolkning av data (Anseth, 2019). Det er viktig å ivareta integriteten til respondentene ved kvalitative intervjuer, og at det er utfordrende å ivareta anonymiteten fordi svarene gjerne baserer seg på personlige erfaringer (Fangen, 2015b). Kvalitativ tilnærming er fordelaktig fordi det tydeliggjør nyanser og detaljer, at den er svært fleksibel og at det er relativt enkelt å gjøre justeringer underveis (Jacobsen, 2005). På den andre siden, er kvalitative metoder ofte svært ressurskrevende, og det er vanskelig å oppnå representative utvalg for store grupper (Anseth, 2019). Resultatene kan inneholde variasjon i nyanser og detaljer som kan bidra til at de blir svært komplekse og blir vanskelig å sammenligne. Relasjonen mellom forsker og informant kan være avgjørende for formuleringen av spørsmålene, og hvilke svar respondenten avgir (Jacobsen, 2005).

Fangen (2015b) oppsummerer forskjellen på kvantitative og kvalitative metoder som at under kvantitative metoder fokuserer på bredde og omfang, mens i kvalitative metoder fokuseres det på mening og innhold. Dette fører til at kvalitative metoder ofte ansees som mer ressurskrevende da undersøkelsen må tilpasses de ulike respondentene. Ved kvantitativ tilnærming kategoriserer og strukturerer man informasjonen i forkant av datainnsamlingen, mens man ved kvalitativ tilnærming gjør dette i etterkant (Jacobsen, 2005). Kvalitative undersøkelser medfører dermed i større grad bearbeiding og etterarbeid for å kunne legge frem resultatene (Anseth, 2019).

2.2 Forskningsstrategi

Forskningsstrategi er metoder å samle og analysere data på. Yin (1994) beskriver seks ulike forskningsstrategier:

- **Spørreundersøkelse**
- Eksperiment
- **Analyse av historiske dokumenter**
- Historie
- **Casestudie**

Eksperiment som forskningsstrategi benyttes når forskeren kan manipulere resultatene, direkte og systematisk (Yin, 2014). Hensikten er å påvise hvordan noe påvirker noe annet (Svartdal, 2019). Eksperimenter gjennomføres ofte i laboratorier med definerte variabler og ut fra en begrunnet forventning, en hypotese. Spørreundersøkelser benyttes når hensikten er å innhente kvantitativ informasjon ved bruk av meningsmålinger eller beskrive forekomsten og utbredelsen av et fenomen. Hvis en ønsker å undersøke konsekvensene av en tidligere hendelse kan analyse av historiske dokumenter benyttes som forskningsstrategi, i motsetning til casestudie som undersøker hendelser som er

knyttet til nåtiden (Dahlum and Wæhle, 2018). Forskningsstrategien i casestudie baserer seg på observasjoner og spørreundersøkelse.

Tabell 3 fremstiller hvilke forskningsstrategier som er valgt for å besvare forskningsspørsmålene.

Tabell 3: Forskningsstrategi som er valgt for å besvare forskningsspørsmålene

Forskningsspørsmål	Metode/Forskningsstrategi	Kommentar
Hvilke utfordringer i en beslutningsprosess kan VDC rammeverket bidra til å løse?	Litteraturstudie, casestudie, spørreundersøkelse og intervju	Dokumentanalyse, litteraturstudie, observasjon av prosjekteringsmøter og intervju med fire informanter
Hvilke aktiviteter/tiltak kan bidra til en effektiv beslutningsprosess?	Litteraturstudie, casestudie, intervju	Dokumentanalyse, litteraturstudie og intervju med fire informanter
Hvordan kan bruk av ICE-sesjonsplan bidra til effektivisering av beslutningsprosessen?	Litteraturstudie, casestudie og intervju	Observasjon av prosjekteringsmøter, spørreundersøkelse, intervju med fire objekter

2.3 Forforståelse

Forforståelse er den ryggsekken vi tar med oss inn i et forskningsprosjekt som inneholder erfaringer, hypoteser, faglige perspektiver og den teoretiske referanserammen som er bygget opp til studien (Malterud, 2017). I følge Malterud (2017) kan forforståelse i verste fall begrense forskeren i å utforske hva empirien kan gi av kunnskap, og bare bekrefte hva forskeren allerede vet og mener om et tema. I beste fall kan forforståelsen gi næring til prosjektet og fungere som en støtte. Forskerens ryggsekk vil være avgjørende for hvilken problemstilling en mener er relevant, valg av perspektiv og metode, hvordan resultatene behandles og hvordan konklusjonene vektlegges og formidles (Malterud, 2017).

Undertegnede er utdannet byggingeniør med spesialisering innenfor konstruksjonsteknikk, og arbeider som prosjektleder for Ringsaker Vegg- og Takelementer (heretter kalt RVT) og tidligere som prosjektingeniør for RVT. Stilling som prosjektleder og ingeniør har gitt undertegnende det overordnede ansvaret for gjennomføring av prosjektene. Dette innebærer økonomi, fremdrift, kvalitet, avklaring av grensesnitt, lage arbeidstegning for produksjon, underlag for varebestilling, kommunikasjon med kunde og deres prosjekterende. Stillingen omfatter også forberedende salgsstøtte til selgere, gjennomgang av produksjonsunderlag og oppfølging i fabrikker samt underlag for montasje med tilhørende oppfølging på byggeplass. Erfaringen som prosjektleder og prosjektingeniør har gitt undertegnende en forståelse for beslutningsprosessen og hvilke utfordringer det kan gi som har bidratt til formulering av problemstillingen. Videre har undertegnende arbeidet med VDC-prosjekter og deltatt i ICE-møter som har gitt en grunnleggende forforståelse for hvordan det utføres i praksis.

2.4 Anvendt metode

Formålet med dette prosjektet har vært å undersøke *hvordan implementering av VDC rammeverket kan bidra til en mer effektiv beslutningsprosess*. Jacobsen (2005) forklarer at man bør velge det undersøkelsesopplegget som passer best til den aktuelle problemstillingen. Dermed har problemstillingen og forskningsspørsmålene lagt føringer for valg av metode i dette prosjektet.

2.4.1 Valg av forskningsdesign

I den innledende fasen av prosjektet er det gjennomført en omfattende litteraturstudie ved analyse av historiske dokumenter som er grunnlag for teoridelen i oppgaven. For å kartlegge utfordringer i prosjekteringsmøtene er Mortensrud Idrettsanlegg valgt som caseprosjekt. De empiriske dataene er innsamlet gjennom intervju med fire nøkkelpersoner med relevant bakgrunn i Rambøll. I tillegg er det gjennomført en spørreundersøkelse med deltakere i caseprosjektet i forbindelse med prosjekteringsmøtene. Forskningsdesignet har bidratt til pålitelige data og kartlegge utfordringene med prosjekteringsmøtene.

2.4.2 Fremgangsmåten for arbeidet med masteroppgaven

Arbeidet med masteroppgaven startet med å velge tema, og i samarbeid med Rambøll ble et utkast til problemstilling utarbeidet. Utkastet ble benyttet til utarbeidelse av forskningsspørsmålene og litteraturstudie, og ved hjelp av veileder i Rambøll ble et passende casestudieprosjekt valgt. Intervjuguiden og spørreundersøkelsen ble laget etter endt litteraturstudie, og spørsmålene er laget basert på teori og undertegnede arbeidserfaring. Etter gjennomføringen av intervjuene og spørreundersøkelsen ble resultatene behandlet og fremstilt på en oversiktlig måte slik at de kunne benyttes i drøftingen. Nedenfor er fremgangsmåten for arbeidet med masteroppgaven presentert i kronologisk rekkefølge:

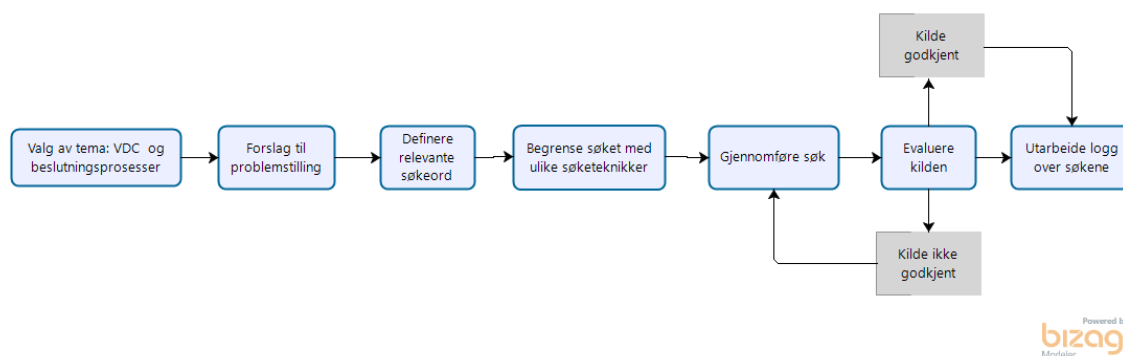
- Valg av tema for masteroppgaven
- Utkast til problemstilling
- Gjennomføre litteraturstudie
- Utarbeide forskningsspørsmålene
- Finne caseprosjekt
- Delta i prosjekteringsmøter på caseprosjektet
- Utarbeidelse av spørreundersøkelse
- Gjennomføre spørreundersøkelse
- Utarbeidelse av intervjuguiden
- Søke NSD om tillatelse
- Omformulere problemstilling
- Gjennomføre intervju
- Behandle resultater fra spørreundersøkelse og intervju
- Lage fremstilling av resultatene
- Drøfte og analysere resultatene
- Konklusjon

2.4.3 Litteraturstudie

En litteraturstudie er en kritisk analyse av et utvalg litteratur innen et gitt fagfelt. En slik studie kan typisk inneholde sammenfatning, klassifisering, evaluering og sammenligning av litteraturen som er undersøkt (Dalland, 2017). Det har blitt gjort litteraturstudier som

omhandler tema for masteroppgaven som er presentert i kapittel 3. Litteraturstudiene legger et viktig grunnlag for innhenting av etablert teori innenfor det valgte fagområdet, og avdekker kunnskapshull og kjente problemer i dagens praksis (Dalland, 2017). Egnede litteratur har blitt brukt i arbeidet, og danner et grunnlag for undertegnede forståelse for temaet det forskes på for innsamling av empiriske data og som sammenligningsgrunnlag for vurdering av resultater. En litteraturstudie er omfattende, og krever systematisk arbeid.

I dette prosjektet er det tatt i bruk litteraturstudie hvor data innhentes fra eksisterende litteratur. Denne metoden gir tilgang til en stor mengde data og man kan tilegne seg flere synspunkter om et tema. Når man søker etter litteratur i forskjellige databaser, trenger man kunnskap om søkemetoder og de ulike søkedatabasene for å få effektive og relevante resultater (Masic, 2013). Figur 2 illustrerer søkestrategien som er benyttet. Først ble tema valgt, videre ble det utarbeidet et forslag til problemstilling og med utgangspunkt i denne ble relevante søkeord brukt for å finne litteratur. For å kunne begrense litteratursøket til de mest relevante litteraturene er boolsk søketeknikk benyttet. Det er en søketeknikk hvor man benytter seg av boolske operatører mellom søkeordene. Eksempler på operatorene er AND, OR, og NOT. For hvert nøkkelord ble søkene gjennomført i forsknings- og biblioteksdatabasene som Oria, Google Scholar, ScienceDirect og Engineering Village. For de relevante litteraturene ble det vurdert hvor mange ganger de hadde blitt sitert. Som nevnt innledningsvis er litteraturstudie omfattende, og dermed ble det til slutt utarbeidet en logg over alle litteratursøkene.



Figur 2: Søkestrategi og -teknikk for litteraturstudiet. Prosessmodell utarbeidet av undertegnede i Bizagi Modeler

2.4.4 Kildekritikk

Everett (2012) poengterer at vurdering av reliabilitet og validitet er viktig for troverdigheten til valgte kilder og data. Reliabilitet betyr pålitelighet, og er en angivelse av om undersøkelsen viser den virkelige situasjonen og i hvilken grad resultatene kan etterprøves, mens validitet betyr gyldighet og angir om undersøkelsen virkelig måler det den har til hensikt å måle (Cooper and Schindler, 2008). VIKOs retningslinjer for kildekritikk er benyttet for vurdering av litteraturen (VIKO, 2019). I evalueringsprosessen er kildenes troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet vurdert, slik som fremstilt i Tabell 4. Tabellen er tatt med for å gi leserne innblikk i hvordan kildene som er benyttet i oppgaven er evaluert. Litteraturen er evaluert basert på forfatterens bakgrunn,

databasen den er publisert, år for utgivelse, for hvem den er publisert og hvorfor den er publisert.

Tabell 4: Evaluering av kildene, basert på VIKO (2019)

Vurderer kildenes	Se etter:	Finn ut følgende:
Troverdighet	<ul style="list-style-type: none"> • Om kilden har en kunnskapsrik og anerkjent forfatter • Om det er gjort kvalitetskontroll 	<ul style="list-style-type: none"> • Er forfatterens kvalifikasjoner som f.eks utdanning, stilling og posisjon oppgitt? • Er forfatteren anerkjent og betraktet som kunnskapsrik på fagfeltet? • Har forfatteren tilknytning til en respektert institusjon/organisasjon? • Er utgiveren anerkjent? • Dersom kilden finnes på Internett, hvem eier nettstedet der kilden er lagt ut?
Objektivitet	<ul style="list-style-type: none"> • Om kilden er objektiv og balansert • Om det er fravær av interessekonflikter 	<ul style="list-style-type: none"> • Er dekingen objektiv eller partisk? • Er informasjonen balansert eller ensidig? • Er informasjonen i samsvar eller i konflikt med informasjon som er kjent fra før? Virker informasjonen overdrevet? • Er publikasjonens hovedhensikt å informere? Er informasjonen omfattende, og blir alle sider av saken berørt? • Er forfatterens hensikt å overtale, overbevise eller selge noe? Påvirker det innholdet i en spesiell retning? • Finnes det interessekonflikter? Har enkeltpersoner eller kommersielle organisasjoner med tilknytning til kilden

		interesse av at informasjonen presenteres på en spesiell måte?
Nøyaktighet	<ul style="list-style-type: none"> • Om kilden er oppdatert • Om kilden er omfattende, detaljert og eksakt • Om kilden har dokumentasjon og støtte i andre kilder 	<ul style="list-style-type: none"> • Når ble kilden publisert og sist revidert? • Er informasjonen oppdatert eller utdatert? • Består informasjonen av fakta eller meningsytringer? • Er informasjonen omfattende, detaljert og eksakt? • Er argumentasjonen saklig og konsistent? • Har publikasjonen en referanseliste eller bibliografi som viser at forfatteren har forsket på emnet? • Oppgir forfatteren kilden til statistikk eller fakta som er brukt? • Kan informasjonen bekreftes i minst to andre kilder?
Egnethet	<ul style="list-style-type: none"> • Om kilden er relevant for informasjonsbehovet 	<ul style="list-style-type: none"> • Hvilket emneområde dekker kilden? • Er emneområdet relevant for ditt informasjonsbehov? • Er dette en vitenskapelig publikasjon beregnet for akademikere eller andre som er kunnskapsrike på fagfeltet? • Er dette en kilde skrevet for folk uten spesiell kunnskap om fagområdet?

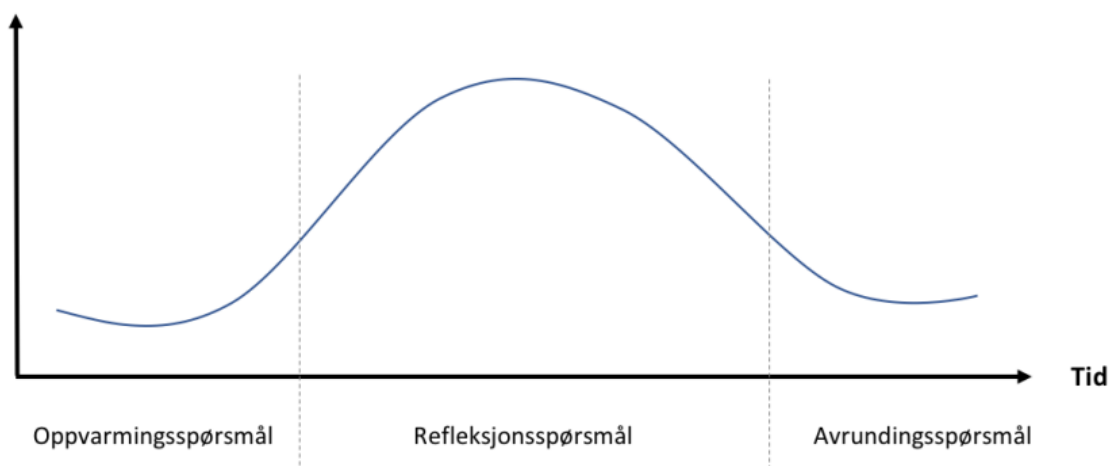
2.4.5 Intervju

Intervjuer er en måte å få opplysninger om hvordan praksisen er. For eksempel vil en rutine si noe om hvordan det skal være, mens intervjuet vil kunne fortelle oss om rutinen er kjent og blir fulgt. Opplysninger fra et intervju kan bekrefte, avkrefte eller utfylle opplysninger fra andre informasjonskilder (Utdanningsdirektoratet, 2019). Intervjuer kan være enten strukturerte, semistrukturerte eller ustrukturerte. Med disse følger graden av formalitet og struktur, der ustrukturerte intervjuer er de mest uformelle (Lewis et al., 2009). I denne rapporten er det valgt semistrukturert intervju, som innebærer å gi de

samme spørsmålene i den samme rekkefølgen til personene som skal intervjues (Utdanningsdirektoratet, 2019). Innhenting av informanter ble gjort gjennom ekstern veileder i Rambøll ettersom vedkommende har nettverk til relevante fagpersoner innenfor VDC.

Formålet med intervjuene var å få innsikt i hvordan ansatte i Rambøll opplevde implementering av VDC, hvilke utfordringer i beslutningsprosessen de støtte på, og hvilken effekt ICE-sesjonsplan vil kunne ha på beslutningsprosessen. Intervjuene ble gjennomført med en gitt struktur i form av intervjuguide, men ga informantene muligheten til å utdype svarene sine. Intervjuguiden er vist i vedlegg C. Guiden ble laget i forkant av intervjuene i samarbeid med intern og ekstern veileder for å sikre kvaliteten og relevansen på spørsmålene. Intervjuguiden ble brukt som hjelpemiddel for å lede samtalen, og avhengig av informantens kunnskap og kompetanse om temaet ble det brukt mer tid på noen spørsmål enn andre.

Krav til refleksjon



Figur 3 Struktur på intervjuer fritt illustrert etter Tjora (2010)

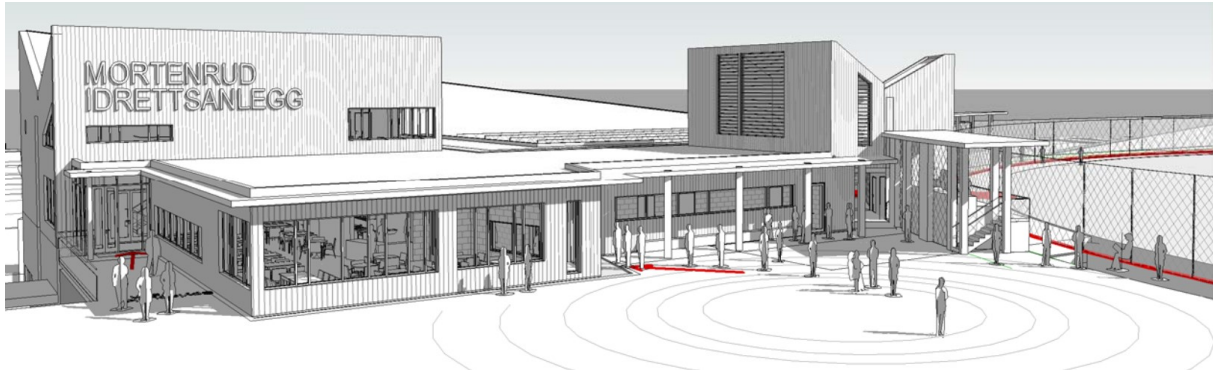
Intervjuguiden er strukturert slik at den starter med oppvarmingsspørsmål, videre ble det stilt refleksjonsspørsmål og til slutt avrundingspørsmål, se Figur 3 (Tjora, 2010). Oppvarmingspørsmålene bestod av enkle spørsmål som krevde lite refleksjon, som for eksempel informantens bakgrunn og stilling. Videre ble det stilt refleksjonsspørsmål som var åpne spørsmål som krevde at informantene utdypet svarene sine, og kom med egne erfaringer på temaet. Avrundingspørsmålene var en oppsummering av informantens oppfatning av hovedtema, og andre relevante tema som burde vært tatt med i intervjuguiden. Grunnet koronasituasjonen ble alle intervjuene gjennomført med videomøte.

2.4.6 NSD Personvern

Det er søkt til NSD om tillatelse for å gjennomføre intervju. NSD er Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS (NSD, 2015). Dette ble gjort gjennom nettsiden deres hvor det ble opprettet et meldeskjema som ble sendt inn til NSD, for kvittering av meldeskjema, se vedlegg A. En veiledende mal for informasjonsskriv fra NSD er fylt ut og sendt til alle som deltok på intervju. Informasjonsskrivet gir en kort beskrivelse av oppgaven med problemstilling og mål for masteroppgaven, se vedlegg B. Skrivet inneholder informasjon om hva deltakelse i studien innebærer og hva som skjer med informasjonen som blir innhentet fra deltakerne. Til slutt i skrivet gir deltakerne samtykke til deltakelse i studien.

Meldeskjemaet ble vurdert av NSD 06.03.2020 som at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen.

2.5 Casestudie – Mortensrud Idrettsanlegg



Figur 4: Mortensrud Idrettsanlegg, illustrasjonsbilde

Oppdragsgiver Kultur- og idrettspark Oslo KF (KID) har satt i gang gjennomføring av et forprosjekt for idrettsanlegg på Mortensrud, se Figur 4. Forprosjektet skal inneholde idrettsanlegg med:

- Utomhusanlegg
 - Cricketbane med kunstgress (radius 70 meter)
 - Landhockeybane (95x57 meter) med kunstislegg
 - Kunstgress fotballbane (7`er og 11`er) med undervarme
- Bygninger
 - Friidrettshall (54x121 meter) med to alternative plasseringer. Alternativsvurdering for videre prosjektering og leveranse av forprosjekt for kun en hall gjennomføres i fase 2.
 - Klubbhus tilknyttet cricketbanen
 - Driftsbygning for fotballbaner (mindre bygg)
 - Bygning for is-/landhockey (mindre bygg for utstyr etc.)

Prosjekteringsgruppen vil levere et forprosjekt bestående av:

- Tverrfaglig forprosjektrapport med beskrivelse av utforming og løsninger
- Fagspesifikke notater
- Tegninger fra ARK, LARK, RIVa, RIBr, RIAku
- Bruk av modell for prosjektering og leveranse er begrenset på grunn av budsjett
- Bistand fra Thermoconsult for islegging av bane
- Kalkyle på 2-siffernivå

Omfanget av forprosjekter er stort med hensyn på budsjettet det skal gjennomføres innenfor. Arbeidet må tilpasses omfang og budsjett, og det vil være behov for å forenkle leveransen i forhold til andre forprosjektleveransen til KID for å holde seg innenfor rammen på 3,3 MNOK. For å sikre høyest mulig kvalitet på leveransen er prosjekteringen delt inn i tre faser. Fasene er vist i både fremdriftsplan og fordeling av budsjett. Fasene glir noe inn i hverandre, slik at de oppsatte datoer ikke er eksakte.

Faser:

- Fase 1 – Oppstart/kartlegging 09.12.19 – 10.01.20 (4 uker)
- Fase 2 – Alternativsvurdering friidrettshall 06.01.20 – 31.01.20 (4 uker)

- Fase 3 – Prosjektering alle anlegg og fag 16.01.20 – 30.04.20 (14 uker)

Milepæler slutfase:

- Leveranse førsteutkast forprosjektrapport 17.04.20
- Samlet tilbakemelding fra KID 24.04.20
- Leveranse forprosjekt 30.04.20

Figur 5 viser fremdriftsplanen for Mortensrud Idrettsanlegg. Planen ligger som en forutsetning for forprosjektet. Eventuelle avvik fra fremdriftsplanen vil kunne få konsekvenser for leveranse og budsjetter.

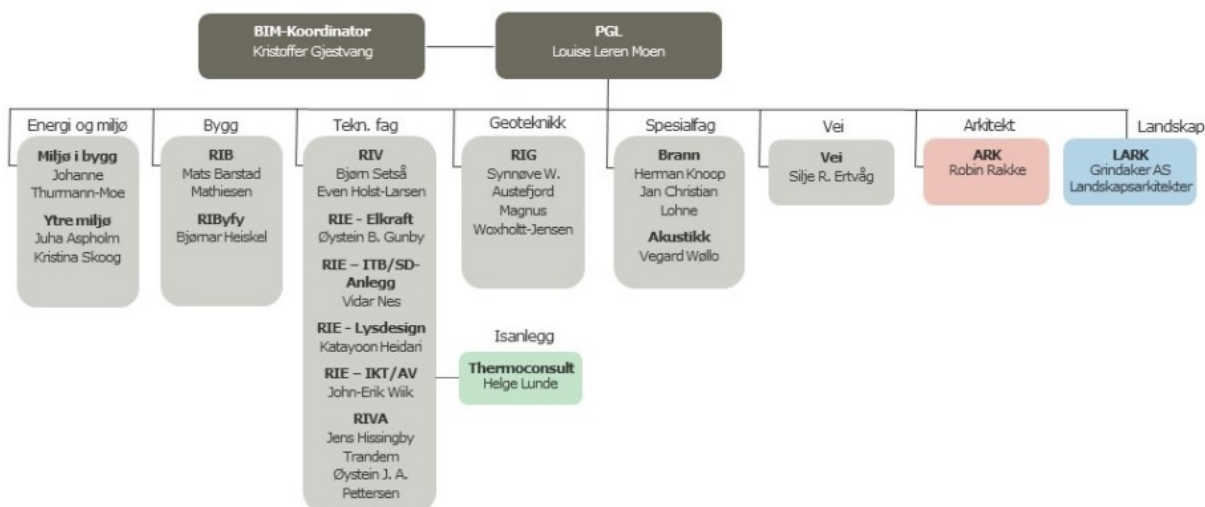
#	Aktivitet	Ansvarlig	Tid	Januar				Februar				Mars				April
				Uke 2	Uke 3	Uke 4	Uke 5	Uke 6	Uke 7	Uke 8	Uke 9	Uke 10	Uke 11	Uke 12	Uke 13	Uke 14
1	FASE 1 - OPPSTART/KARTLEGGING		4 uker													
	Gjennomgang grunnlag fra reguleringsprosess	ARK/PGL	3 uker													
	Gjennomgang av utomhusplan fra LARK - områder det må fokuseres på?	LARK	x													
	Vurdering geoteknikke grunnundersøkelser - behov for supplerende?	RIG	2 uker	x												
	Vurdering miljøtekniske grunnundersøkelser - behov for supplerende?	RIMG	2 uker	x												
	Oppstart konseptløser/volumstudie alle bygg - romprogram, hovedtrekk	ARK	2 uker	x												
4	FASE 2 - ALTERNATIVSVURDERING FRIDRETTSHALL		4 uker													
	Gjennomgang grunnlag/alternativ/reguleringsplanarbeid	Alle	2 uker	x	x											
	Innledende konseptløse/volumstudie, grunnlag for diskusjon	ARK	2 uker	x	15 jan											
	Vurdering av grunnforhold	RIG/RIB	2 uker		x	22 jan										
	Vurdering adkomstforhold	LARK/ARK	2 uker		x	22 jan										
	Utforming og fremvis for beredninger	ARK/RIB	2 uker		x	22 jan										
	Vurdering inntak/avkast - utfordringer?	RIV	2 uker		x	22 jan										
	Adkomstvurdering	LARK	2 uker		x	22 jan										
	Flomnivå og sikring mot lekk	RIVA/RIG	2 uker		x	22 jan										
	Vurdering av utvalg og ev. forslag i knottad for de to alternativene	RIV/RIE	2 uker		x	22 jan										
	Overordnet kalkyle basert alternativer	Alle	1 uke			x	28 jan									
	Revidert konseptløse/volumstudie etter innspill fra fag	ARK	x				28 jan									
	Presentasjon av de to alternative plasseringene + kalkyle	ARK/PGL	x				29 jan									
	Beslutning plassering/løsning fridrettshall	KID	x				31 jan									
5	FASE 3 - PROSJEKTERING ALLE ANLEGG OG FAG		14 uker													
	Kick-off med hele prosjekteringsgruppen	Alle	x				29 jan									
	Planløsninger og konsept alle bygg og utomhusområder	ARK/LARK	6 uker	x	x	x	x	x								
	Groprosjektering tekniske fag	RIX	3 uker													
	Utkast planløsninger/utomhusplan	ARK/LARK	x						14 feb							
	Groprosjektering tekniske fag	RIX	3 uke							x						
	Tilbakemelding planløsninger/utomhusplan	RIX	x							22 feb						
	Revidering planløsninger/utomhusplan	ARK/LARK	1 uke								x					
	Planløsninger og modell list	ARK/LARK	x								28 feb					
	Plangrunnlag for offentlig ettersyn (plantegninger og utomhusplan)	ARK/LARK	x								28 feb					
	Prosjektering alle anlegg og fag	Alle	5 uker									x	x	x	x	x
	Leveranse 1. utkast forprosjektrapport og kalkyle	PGL	x													
	Samlet tilbakemelding fra KID	KID	1 uke													
	Justering og tverrfaglig kontroll	Alle	1 uke													
	Komplett leveranse forprosjekt inkl. kalkyle, notater, modell, etc.	PGL	x													

Figur 5: Fremdriftsplan for Mortensrud Idrettsanlegg

Organisering

Rambøll leverer en komplett prosjekteringsgruppe for gjennomføring av forprosjektet. Figur 6 viser tilbudt prosjektorganisasjon og består av:

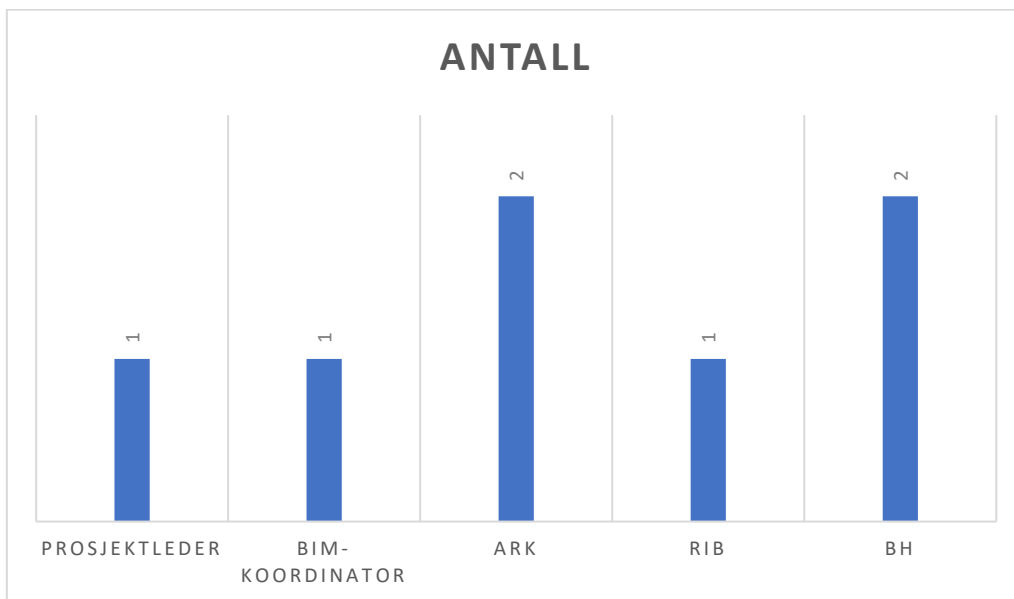
- Prosjekteringsgruppeleder
- BIM-koordinator
- Rådgivere fra Rambøll
- Arkitekt fra Hille Melbye



Figur 6: Organisasjonskart for forprosjektet

2.5.1 Spørreundersøkelse

For å innhente empirisk data ble det gjennomført en spørreundersøkelse i caseprosjektet Mortensrud Idrettsanlegg. Undersøkelsen inneholdte fire spørsmål, hvor det ble rangert fra en (ekstremt dårlig) til fem (ekstremt bra), se vedlegg D. Undersøkelsene har bidratt til pålitelige data og kartlegge utfordringene med prosjekteringsmøtene. Etersom spørreundersøkelsen var anonym ga det muligheten for deltakerne å gi ærlige tilbakemeldinger som øker reliabiliteten til resultatet. Spørsmålene til undersøkelsen ble utarbeidet i et Word-dokument, og en web-basert spørreundersøkelse ble opprettet på FreeOnlineSurveys.com. Spørreundersøkelsene ble sendt ut på e-post til totalt syv kandidater som deltok i caseprosjektene, se Figur 7. Syv av syv svarte på spørreundersøkelsen som ga en svarprosent på 100. Undersøkelsen ble fremstilt i form av grafer som enkelt kan gjøres i Microsoft Excel, og dataene ble analysert i resultatkapittelet.



Figur 7: Kandidater til spørreundersøkelsen

2.5.2 Observasjonsstudie

Betegnelsen observasjonsstudie omfatter både deltagende og ikke-deltagende observasjon. I ikke-deltagende observasjon, observerer forskeren andre mennesker uten å delta selv (Fangen, 2015a). Med hjelp av denne metoden har forskeren mulighet til å se hva som skjer og høre hva som blir sagt i den aktuelle settingen. Det vil gi forskeren mulighet til å få en annen tolkning av situasjonen enn hva intervjuobjektene selv innehar. En utfordring med observasjonsstudie er å kunne være fleksibel og åpen for å måtte justere observasjon for å ikke være forstyrrende i felten, samtidig som det er viktig å være tro mot sentrale temaer som er viktig for studien (Tjora, 2010).

Det ble gjort ikke-deltagende observasjon av ICE-sesjonene på Mortensrud Idrettsanlegg som en del av den kvalitative tilnærmingen. Grunnen til at antallet observasjoner er få er fordi undertegnende arbeider fulltid som prosjektleder for RVT (se kapittel 2.3), og har begrenset tidskapasitet til å delta. Flere deltagelser kunne avdekket flere utfordringer eller fordeler i beslutningsprosessen. Dermed har resultater fra observasjoner i forbindelse med forskningsarbeidet blitt understøttet av resultater fra intervjuer og samtaler i for- og etterkant av møtene. ICE-møter er en sentral metodikk i VDC, og derfor ble sesjonene observert for å gi undertegnende økt forståelse for møteformen og

hvordan beslutningsprosessen ble gjennomført i Rambøll med fokus på gjennomføring av prosjekteringsmøtene, beslutningsprosessene og dokumentering av beslutningene som ble tatt.

Sesjonene ble gjennomført hver onsdag, og ble avholdt i et samhandlingsrom i Rambølls kontorlokale i Oslo. Siden møtene ble avholdt samme dag hver uke, opprettet prosjekteringsleder en møte-serie i Microsoft Outlook som undertegnende fikk invitasjon til. Dermed kunne undertegnende planlegge god tid i forveit med tanke på muligheten for å delta og utarbeidelse av analysedokumentet som ble tilpasset hver enkel ICE-sesjon. Analysedokumentet ble utarbeidet i Microsoft Word, og inneholdt følgende punkter:

1. Deltakere
2. Planlagt starttid
3. Faktisk starttid
4. Planlagt varighet
5. Faktisk varighet
6. Agenda
7. Målsetting
8. Forberedelser
9. Hva ble diskutert?
10. Hvem er aktive/passive?
11. Hva ble besluttet, og av hvem?
12. Hvordan ble beslutningen dokumentert?
13. Punkter som ikke ble besluttet: Kritisk eller ikke? Hvilken plan ble satt for å beslutte punktene?
14. Ble agenda fulgt?

Punkt 1, 2, 4, 6, 7, og 8 ble utfylt i forkant av møtene av prosjekteringsleder. De resterende punktene ble fylt ut underveis i sesjonene. Analysedokumentet bidro til at undertegnende kunne fange opp *hvilke utfordringer som kan oppstå i en beslutningsprosess* og *hvilke aktiviteter som bidro til en effektiv beslutningsprosess*.

I tillegg til observasjon av ICE-sesjonene på Mortensrud Idrettsanlegg, ble to VDC-workshop observert. Den første var i forbindelse med VDC-kurs som ble avholdt av Eilif Hjelseth og Martin Fischer for BAE-næringen. Observasjon av denne ga undertegnende innsikt i flere utfordringer i BAE-næringen og hvordan VDC rammeverket har bidratt til å løse noen av utfordringene samt inspirasjon til masteroppgaven. Den andre ble avholdt i Rambøll som omhandlet definering av VDC-prosess i selskapet med fokus på verktøy de har, som er under utvikling og som de trenger. Tabell 5 gir oversikt over aktiviteter som ble observert, varighet og dato for gjennomføring av møtene.

Tabell 5: Oversikt over aktiviteter som ble observert

Type møte	Lengde på møte	Prosjekt	Dato
ICE-møte	3 t	Mortensrud Idrettsanlegg	08.01.20
VDC-workshop	6 t	NTNU/Stanford	14.01.20
VDC-workshop	2 t	Rambøll	16.01.20

Kick-off prosjekteringsgruppe	2,5 t	Mortensrud Idrettsanlegg	05.02.20
ICE-møte	3 t	Mortensrud Idrettsanlegg	12.02.20
ICE-møte	3 t	Mortensrud Idrettsanlegg	26.02.20
ICE-møte	3 t	Mortensrud Idrettsanlegg	11.03.20
ICE-møte	3 t	Mortensrud Idrettsanlegg	08.04.20

2.6 ICE-sesjonsplan

ICE-sesjonsplanen er et måling- og oppfølgingsdokument i Microsoft Excel som er under utvikling i Rambøll, dokumentet er å finne i delkapittel 5.3. Hensikten med måldokumentet er planlegging og oppfølging av prosjekteringsmøter med mål om å effektivisere beslutningsprosessen. ICE-sesjonsplan vil være et nyttig målingsverktøy for å se hvor utfordringer i et prosjekt ligger, hvem følger ikke opp, hva er årsaken til suksess og utfordringer i en beslutningsprosess, og utvikling av prosjektet over tid. ICE-sesjonsplanen er lagt opp for mellomstore Rambøll-prosjekter ettersom større prosjekter normalt har kvalitetssystem fra byggherre som ønskes benyttet. Et av forskningsspørsmålene er *hvordan kan bruk av ICE-sesjonsplan bidra til effektivisering av beslutningsprosessen?* For å besvare dette blir prosjekteringsmøtene på Mortensrud Idrettsanlegg observert, i tillegg blir det gjennomført en spørreundersøkelse for å avdekke utfordringene knyttet til ICE-sesjonene. Resultatene blir vurdert opp imot relevant litteratur. Deretter blir det i diskusjonskapittelet diskutert hvordan elementene i ICE-sesjonsplan kan bidra til effektivisering av beslutningsprosessen.

2.7 Oppgavens troverdighet

I følge Everett (2012) er det viktig å sikre reliabilitet og validitet til forskningen i forbindelse med troverdighet til valgt metode, tilhørende kilder og data. I dette kapittelet er oppgavens troverdighet vurdert basert på valgt metode som er presentert i kapittel 2.4, og ulike feilkilder som kan ha innvirkning på oppgaven beskrevet.

Troverdighet til litteraturstudie

Det er gjennomført en litteraturstudie som grunnlag for teorikapittelet. Litteraturstudiet bidro til å kartlegge hvor langt forskningen har kommet på det aktuelle fagområde for oppgaven, avdekke kunnskapshull for forskningsområdet og om problemstillingen er aktuell i skrivende stund. Det er benyttet litteratur fra forskningsartikler, doktoravhandlinger, bøker og rapporter. Som nevnt i kapittel 2.4.4 er VIKOs retningslinjer for kildekritikk benyttet i evalueringsprosessen (VIKO, 2019). Kildenes troverdighet er basert på forfatter, utgiver og database. Det er anvendt et stort kildegrunnlag i forbindelse med oppgaven som øker oppgavens validitet (Yin, 2014). Flere av kildene som er benyttet er internasjonale, og derfor ikke nødvendigvis i samsvar med norsk bygg- og anleggsnæring. For å sørge for god validitet er internasjonal litteratur vurdert opp mot norsk litteratur. Videre sørger referanselisten for at all litteratur er etterprøvbare, som gjør at litteraturens reliabilitet anses som god. Selv om

validiteten og reliabiliteten anses som god er det alltid en risiko å hente litteratur fra internett. Flere av kildene i denne oppgaven bygger på hverandre, og dette kan være problematisk ettersom det kan gi en ensidig fremstilling. Flere av kildene er utelatt, og følgelig kan det finnes relevante teorier som ikke er avdekket på grunn av at det har vært nødvendig å begrense oppgaven.

Troverdighet til empiriske data

Som nevnt i kapittel 2.4 er det gjennomført en casestudie for å samle inn empiriske data gjennom ikke-deltagende observasjon av ICE-sesjoner og spørreundersøkelser på Mortensrud Idrettsanlegg.

Problemstillingen i denne rapporten omhandler *hvordan implementering av VDC rammeverket kan bidra til en mer effektiv beslutningsprosess med hovedfokus på målinger og ICE*. For å besvare problemstillingen har det vært viktig å forstå utfordringene i praksis og effekten av implementering av ulike metodikker fra VDC rammeverket. Caseprosjektet har gitt undertegnende innblikk i hvordan en beslutningsprosess gjennomføres og hvilke utfordringer som kan oppstå. Caseprosjektet anses som relevant for oppgaven, og med god troverdighet. Reliabiliteten til casestudiet vurderes som god da gjennomføringen som er gjort med vurderinger og analyser er gjort i samsvar med god praksis.

Det ble gjennomført en spørreundersøkelser som ble sendt ut til prosjektdeltakerne i caseprosjektene Mortensrud Idrettsanlegg. Syv av syv kandidater besvarte spørreundersøkelsen som tilsvarer en svarprosent på 100. Spørreundersøkelsen vurderes til å ha middels troverdighet ettersom utvalget var begrenset. Troverdighet til den empiriske data oppsummeres som god da den har tjent oppgaven med pålitelig informasjon som har gjort det mulig å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene.

Som nevnt er det gjennomført intervju som en del av den kvalitative datainnsamlingen. Intervjuobjektene er plukket ut og kvalitetssjekket i samarbeid med ekstern veileder i Rambøll, og dataene vurderes å ha god validitet. Intervjuguiden er utarbeidet slik at data som samles inn gjennom intervjuene skal være relevant for oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål. Som nevnt i kapittel 2.4.5 er intervjuene gjennomført med en gitt struktur med både åpne spørsmål som ga informantene muligheten til å utdype svarene sine, og konkrete spørsmål slik at intervjuobjektet ikke ledes inn på irrelevante temaer. Dette fører til at troverdigheten til oppgaven øker. Intervjuene har bidratt til å kunne sammenligne teorien som er fremskaffet gjennom litteraturstudie med profesjonell erfaring fra bransjen.

Feilkilder

For observasjon av ICE-sesjonene kan en feilkilde være at undertegnende tilstedeværelse kan føre direkte eller indirekte påvirkning av møtene. En av feilkildene knyttet til gjennomføring av intervjuene er at det vanskelig å etterprøve intervjuer med selektive meninger. For spørreundersøkelsen kan en av kildene være knyttet til det er for få antall deltakere. Jo større utvalg av deltakere desto mindre blir den statistiske feilmarginen.

Troverdigheten til analysedelen

Som Tabell 2 viser har forskeren en subjektiv rolle ved analyse og tolkning av kvalitative data innhentet fra intervjuer og observasjoner. I denne rapporten har undertegnende tatt et objektivt standpunkt ved å forsøke å verken fjerne eller legge til data, og ikke vinkle resultatene i en bestemt retning. Resultatene er drøftet opp mot relevant teori som

styrker troverdigheten til studiet. En mulig feilkilde ved drøfting er egne konklusjoner som understøttes av selektive sitater fra intervjuer eller observasjonsnotater, og dette er unngått i størst mulig grad ved å fremme de ulike meningene blant intervjuobjektene. Troverdigheten til analysedelen anses som god.

3 Teoretisk grunnlag

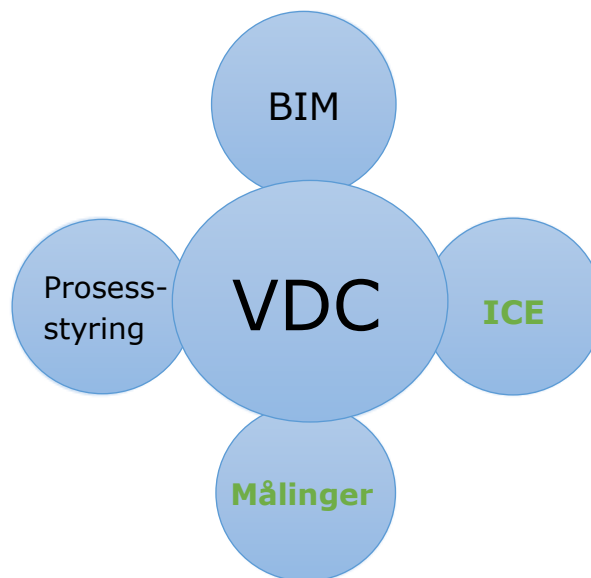
I dette kapitlet presenteres det teoretiske rammeverket som er relevant for oppgaven. Teorien er valgt på bakgrunn av oppgavens tema, problemstilling og forskningsspørsmål. Som nevnt i kapittel 2.4.3 er det gjennomført en litteraturstudie som har dannet det teoretiske grunnlaget. Oppgaven tar for seg effektivisering av beslutningsprosessen ved bruk av VDC rammeverket med hovedfokus på målinger og ICE. Derfor omfatter store deler av teorikapitlet målinger og ICE.

3.1 Virtual Design and Construction

Virtual Design and Construction er et rammeverk utviklet av Center of Integrated Facility Engineering (CIFE) ved Stanford University i USA i 2001 (Khazode et al., 2006). Kunz og Fischer (2012) definerer VDC som:

«The use of multi-disciplinary performance models of design-construction projects, including the Product (i.e., facilities), Work Processes and Organization of the design - construction - operation team in order to support business objectives»

VDC er ikke et nytt verktøy eller teknikk, men kjente effektive teknikker og moderne verktøy satt i system (Linge, 2020). BIM er et sentralt element i VDC, sammen med prosessstyring, målinger og en møtemetodikk kalt Integrated Concurrent Engineering (ICE), se Figur 8.



Figur 8: De fire hovedelementene i VDC

Virtual Design and Construction vektlegger aspektene produkt, organisasjon og prosess. VDC tillater utøver lage visuelle modeller av produktet, organisasjonen og prosess i tidligfase før binding av ressurser som tid eller penger blir gjort til et prosjekt. VDC støtter beskrivelse, evaluering, estimering, og beslutninger om et prosjektets omfang, organisering og plan med virtuelle metoder (Khazode et al., 2006). Ifølge Kunz & Fisher (2012) er det utviklet en rekke verktøy og teknikker under VDC rammeverket inkludert:

- Produktvisualiseringsverktøy (3D-modelleringsteknologi som AutoCAD ADT, Revit) som skaper en felles forståelse blant prosjektdeltakerne på hvordan bygningen eller prosjektet vil se ut når den er ferdig. Den kan også brukes til å koordinere arbeidet i forskjellige fagområder som elektro, rørleggearbeider, mekanisk (Clayton et al., 2002).
- Produkt- og prosessmodellerings- og visualiseringsverktøy (4D-visualisering verktøy som CommonPoint Project 4D og NavisWorks Timeliner). Disse verktøyene lar prosjektgrupper ikke bare visualisere 3D-modellen av bygningen, men også for å forstå hvordan bygningen vil være konstruert over tid (Koo and Fischer, 2000).
- Organisasjons- og prosessmodelleringsverktøy (for eksempel VDT og SimVision). Disse verktøyene lar prosjektgruppen simulere organisasjonsinnsats som vil være nødvendig for å fullføre prosjektet og identifisere potensielle risikoer i prosjektorganisasjonen som kan føre til eventuelle prosjektforsinkelser (Christiansen and Levitt, 1992).
- Online samarbeidsverktøy som for eksempel iRoom og Project Based Learning Lab. Disse verktøyene gjør det mulig for prosjektdeltakere å samarbeide selv om de er geografisk fordelt ved hjelp av en delt modell av produkt, organisering og prosess (Shreyer et al., 2002), (Fruchter, 1999).
- Teknikker for å analysere effektiviteten til møter med flere interessenter for å oppfylle virksomhetens mål for prosjektet og klienten (Bicharra et al., 2003).

VDC bygger på Lean-tankegang ved å rette fokus mot hva som tilfører verdi til et prosjekt, og minimerer aktiviteter som ikke tilfører prosjektet verdi (Koskela et al., 2002). Ifølge Haaland (2012) er VDC en arbeidsmetodikk for bruk og håndtering av tverrfaglige modeller for å fremme og støtte prosjektets formål, verdi og suksesskriterier. VDC har som hensikt å optimalisere bygningsinformasjonsmodellering ut fra formål og bruksområder, og veileder prosjektene i bedre tverrfaglig samhandling i prosjekteringen (Haaland, 2012).

Fischer & Kunz (2012) oppdaget at brukere implementerer VDC i tre forskjellige faser, hvor hver har sine verdi- og kostnadsproduserende strategier. De tre fasene ble beskrevet av Fisher og Kunz (2012) som følger:

Visualization and Metrics: In this first phase, project teams create models of the Product in 3D, of the Organization that performs design, construction and operations and the Process followed by organizational participants to do design, construction and operations and management, based on performance metrics that are predicted from models and tracked in the process.

Integration (computer based): In this phase, projects develop computer-based automated methods to exchange data among disparate modeling and analysis applications reliably.

Automation: In this phase, projects use automated methods to perform routine design tasks or to help build subassemblies in a factory.

I de neste delkapitlene blir de fire hovedelementene i VDC beskrevet nærmere.

3.2 Prosesstyring

Produkt-organisasjon-prosess (POP-modellen) i VDC gjør det mulig for prosjektgruppen å identifisere hvordan endring i produkt, organisasjon og prosess vil påvirke prosjektet

som helhet (Khanzode et al., 2006). Et mål for POP-modellen var å lage eksplisitte modeller av de aspektene ved et prosjekt som en prosjektleder kan administrere. En prosjektleder kan kontrollere tre faktorer: utforming av produktet som skal bygges, utformingen av organisasjonen som gjør designet og prosjekteringsprosessen som organisasjonen følger (Kunz and Fischer, 2012). Det er denne prosjektmodellen som Kunz & Fischer (2012) omtaler for POP-modellen.

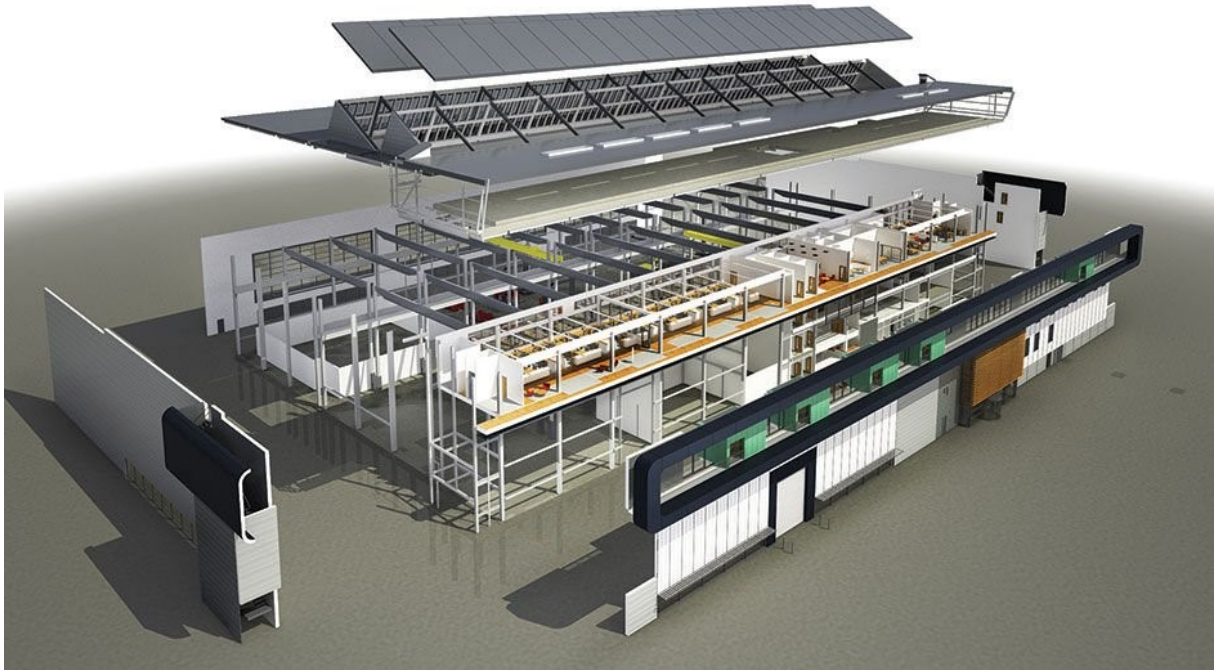
Som Figur 9 viser representerer den funksjonelle hensikten i kolonne 2, den utformede formen eller omfanget som prosjektgruppen spesifiserer, designer og bygger som svar på den funksjonelle hensikten i kolonne 3 og i kolonne 4 vises den estimerte virkningen. Prosjektelementer inkluderer produktet, typisk et anlegg (Rad 2), organisasjonen som bygger og drifter anlegget (Rad 3), og prosessen som organisasjonen følger mens den gjør sitt prosjektarbeid (Kunz and Fischer, 2012). Merk at bygningsinformasjonsmodeller (BIM) representerer formen/omfanget av produktet som er en avgjørende, men en liten del av både det totale perspektivet til et prosjekt og informasjonen om et prosjekt som er representert i VDC-rammeverket og en POP-modell.

	Function: Objectives	Form/Scope: Design choices	Behavior: predictions
Product	spaces, elements and systems	Designed spaces, elements and systems	Predicted cost (\$)
	Measurable Objectives	Values	Predictions; Assessed values
Organization	Actors	Selected actors	Predicted cost (hours or \$)
	Measurable Objectives	Values	Predictions; Assessed values
Process	Tasks	Designed tasks	Predicted cost (days or \$)
	Measurable Objectives	Values	Predictions; Assessed values

Figur 9: POP-modellen i VDC (Kunz & Fischer, 2012)

3.3 Bygningsinformasjonsmodellering

Som nevnt innledningsvis er bygningsinformasjonsmodellering (BIM) et av hovedelementene i VDC. Bygningsinformasjonsmodell (BIM) er en metode å digitalisere informasjon på, som omhandler å utvikle samhandling i byggeprosessen på nye måter (Statsbygg, 2013). BIM brukes om prosjektering hvor det benyttes 3D-modeller til å hente ut informasjon i tegninger, se **Feil! Fant ikke referanse-kilden..** En slik virtuell modell kan benyttes til å samle informasjon og opplysninger under hele byggeprosessen fra planleggingsstadiet, under byggetiden og gjennom hele byggets livsløp.



Figur 10: Et eksempel på en BIM-modell. Figur hentet fra: www.ckvango.com

Eastman, et al. (2011) benytter 4 karakteristikker for å beskrive hva en BIM er:

1. En bygnings informasjons modell er et digitalt objekt som framstiller bygningselementer. Dette digitale objektet må inneholde grafisk informasjon og dataverdier som knytter elementet til en programvare.
2. Det digitale objektet må inneholde data som beskriver elementets egenskaper. Ved at objektet er tilført informasjon som material typer, størrelser, energi-egenskaper kan modellene benyttes til å beregne mengder og analyse.
3. Dataene i bygningselementet skal være konsekvent og sammenhengende slik at endringer i data knyttet til et element blir representert i alle visninger av elementet. Ved at data knyttet til et element er koblet til alle visninger av elementet er modellene med å forenkle arbeidet med å gjøre endringer.
4. Dataene må være koordinert slik at alle visninger av modellen er representert på en koordinert måte.

Grensen mellom hva som er CAD og hva som er BIM kan oppfattes vagt. Eastman et al. (2011) beskriver ved bruk av fire punkter hva som ikke er BIM teknologi. Disse punktene er valgt å presenteres for å gi en bedre forståelse av hva en BIM er:

1. Modeller som kun inneholder 3D data og ingen objekt informasjon kan ikke defineres som BIM teknologi. Det vil si modeller som ikke kan benyttes til annen form for analyse enn geometri og visualisering.
2. Modeller som ikke inneholder regler om hvordan objektet skal oppføre seg kan ikke defineres som BIM teknologi. Det vil si modeller som har definerte objekter, men hvor man ikke kan justere objektenes plassering og størrelser.
3. Modeller som er sammensatt av flere 2D CAD filer som må kombineres for å definere bygningen er ikke BIM teknologi. Det er på grunn av at det er umulig å sikre seg at 3D modellen er pålitelig nok.

4. Modeller hvor man kan gjøre endringer i en visning, hvor endringene ikke automatisk oppdateres i andre visninger kan ikke defineres som BIM teknologi siden det fort oppstår avvik som er vanskelig å finne.

Ved å iverksette VDC i kombinasjon med tidlig involvering av aktører, bidrar det til å optimalisere bruken av BIM i prosjektene. For å utnytte dette potensialet krever det en høy grad av interaksjon mellom eier, kunde, entreprenører, rådgivere og arkitekter i tidligfase (Rekola et al., 2010).

Felles BIM-modell

På et prosjekt kan det være flere aktører som bruke ulike modelleringsverktøy for å prosjektere. For å samle alle modellene i en felles BIM-modell utveksles filene mellom prosjektets aktører på den åpne filformaten Industry Foundation Classes (IFC). Det er viktig at alle modellinformasjon samles i en felles modell for få en vellykket bruk av BIM (Eastman et al., 2008). ÅpenBIM er en universell tilnærming til samarbeidsprosjekter, realisering og drift av bygninger basert på åpne standarder og arbeidsflyt. Med åpenBIM vet du ikke bare hvor hver eneste komponent kommer fra, du vet hvor den er i det ferdige bygget, når den ble plassert der og av hvem (Autodesk, 2020). Videre kan en ved bruk av den åpne filformaten IFC utføre kollisjonstester i programvarer som for eksempel Solibri Model Checker, på denne måten vil en identifisere eventuelle prosjekteringsfeil på et tidlig stadium.

BIM for fremdriftsplanlegging

I løpet av det siste tiåret har bruken av 4D-modellering for utførelse av konstruksjonsanalyse i løpet av konstruksjonsfasen og for overvåking av stedets aktiviteter under byggingen økt (Jupp, 2017). 4D-modell er kobling av fremdrift og BIM-modell, hvor en fremstilling av planlagt utførelse av prosjektet visualiseres (Eastman et al., 2008). Bruken av 4D-modellering i forbindelse med produksjonsstyring for å spore den faktiske fremgangen og analysere effekten av forsinkelser på totalprosjektplanen har ført til økt innsikt og forståelse fagfolk og andre interessenter. Ved å bruke 4D-BIM for byggeplanlegging og produksjonskontroll, har forskning vist at 4D-modellering kan forbedre håndteringen av konstruksjonssikkerhet, arbeidsområder og avfall. Den økende bruken av 4D-BIM i konstruksjon fremhever muligheter for å utnytte disse mulighetene i nye digitale styringssystemer fylt med rolleorganisering, ny praksis og arbeidsflyt, og ikke bare som et verktøy for konstruksjonsanalyse og overvåking på stedet. Ved å utnytte 4D-verktøy kan metoder og visuelle simuleringer, forbedringer i kommunikasjonen, informasjonsstrømmer og resultater av miljøplanlegging og styringsaktiviteter muliggjøres (Jupp, 2017).

BIM for bedre kommunikasjonsflyt og felles mål

VDC stiller krav til god kommunikasjon og samarbeid i prosjekteringsgruppen (Rekola et al., 2010). Som nevnt tidligere er BIM et verktøy som kan føre til bedre kommunikasjonsflyt mellom prosjektdeltakerne. Undertegnende har observert gjennom arbeidserfaring og casestudiene i denne rapporten at BIM-modellen blir brukt i ICE-sesjonene for bedre planlegging, økt kommunikasjonsflyt og mindre misforståelser. Bruk av en felles 3D-modell på tidlig stadiet bidrar til at prosjektdeltakerne kan skape en felles visjon om bygningen og dens funksjoner samt et felles mål for prosjektet (Khanzode et al., 2006).

3.4 Integrated Concurrent Engineering

Concurrent Engineering er en filosofi som omtales med ulike navn. Begreper som concurrent design, simultaneous engineering og life-cycle engineering er aliaser med sammenfallende mål for måter å jobbe på i prosjekter (Hermundsgård, 2015). I Norge ble metodikken utviklet og tatt i bruk primært innen olje- og gass i 2005 med mål om tettere og smartere samarbeid i prosjekter. Ved Stanford University ble metodikken implementert i VDC-rammeverket med tilknytning til bruken av BIM og deretter kalt for Integrated Concurrent Engineering (ICE) (Hermundsgård, 2015). Hermundsgård (2015) påpeker at ved å gjøre tidlige avklaringer, vil det være mulig å koordinere seg slik at man kan få trukket til seg oppgaver, og starte å løse dem på et tidlig stadium. Dette vil igjen kunne øke mulighet for raskere modning og igjen tidlig avdekking av risiko, mulighet og behov på tvers av grensesnittene.



Figur 11: ICE-møte (Fosse et al., 2017)

Bruken av ICE bidrar til at BIM-arbeidet kan effektiviseres, gjennom at man ikke jobber sekvensielt med tverrfaglige avklaringsmøter, men heller sikter på å jobbe samtidig i arbeidssesjoner (Hermundsgård, 2015). En viktig faktor for å få ICE til å fungere som en effektiviseringsmetode, er deltakelse av beslutningstakere. Det har vist seg at det som gjerne gir lang tid i prosjekter, er ventetiden mellom fagene. Ved å parallellisere arbeidet, og inkludere de rette beslutningstakerne, er det mulig å forkorte prosjektets gjennomføring. Tabell 6 viser at erfaringer fra både olje og gass samt fra bygg og anlegg gir gode resultater innen kvalitet, tid og risiko ved bruk av ICE.

Tabell 6: Gode resultater innen kvalitet, tid og risiko ved bruk av ICE (Hermundsgård, 2015)

Kvalitet	Tid	Risiko
<ul style="list-style-type: none">• Økt innovasjon• Forbedret kvalitet på leveransene gjennom tettere samhandling• Økt læring gjennom bedre informasjonsdeling og mulighet for faglig «bredere samspill	<ul style="list-style-type: none">• Redusert omprosjektering og forsinkelser gjennom bedre tverrfaglige avklaringer• Raskere saksbehandling av avklaringer gjennom aktiv deltakelse av beslutningstaker• Forbedret produktivitet gjennom mer	<ul style="list-style-type: none">• Redusert sårbarhet i prosjektet ved at flere personer jobber sammen om løsningene• Risiko- og kostnadsanalyse tettere integrert i prosjekteringen

	effektiv bruk av ressurser <ul style="list-style-type: none"> • Tilrettelegging av proaktivitet gjennom å «trekke til seg arbeid» 	
--	--	--

Roller i en ICE-sesjon

I en ICE-sesjon skal man jobbe sammen på tvers av fag, mot et felles mål. Hermundsgård (2015) beskriver fire roller i en ICE-sesjon:

- **Sesjonsleder** – den som planlegger sesjonene og som fasiliterer og leder arbeidssesjonen. Hovedoppgaven til sesjonsleder er å bidra til å sikre fremdrift av ICE-sesjonen. Det vil si at personen både utfordrer og støtter deltakerne i sitt arbeid, ofte gjennom å identifisere grensesnitt og avhengigheter i teamet. Hvordan man velger å fylle rollen, kan avhenge av kompetanse til sesjonslederen. I enkeltsesjoner hvor for eksempel kollisjonstester er sentralt, kan det være nyttig å la BIM-koordinator lede arbeidet. Kravet er at den som er sesjonsleder, er dyktig i ICE-metodikken, slik at personen kan legge til rette for at temaet jobber godt og effektivt i sesjonene
- **Teammedlem** – Det er medlem i prosjektteamet, og deltar i ICE-sesjonen som representant for sitt fagfelt. Det kan variere hvilke teammedlemmer som deltar i hver sesjon, avhengig av temaet som skal jobbes med. Som en del av planleggingen av sesjonsplanen, er det viktig å tenke gjennom om det er noen teammedlemmer som kan være nyttig å invitere tidlig i prosessen, slik at man kan få diskutert forutsetninger med relevante disipliner på et tidlig stadium.
- **Oppdragsgiver eller andre interessenter** – I noen arbeidssesjoner kan det være nyttig at en representant for oppdragsgiver også er tilstede i sesjonen, for å kunne diskutere alternativer og få retning og beslutninger tidlig. Det gjør at representanten må kunne ha myndighet til å uttale seg, og være interessert i å delta i diskusjonene. Før en slik deltakelse, vil det være nødvendig å ha en forventningsavklaring knyttet til rolle og oppgaver i sesjonen.
- **Loggfører** – I en arbeidssesjon kommer det opp mange tema og diskusjoner som det er nyttig å dokumentere utfallet av. Det er derfor viktig at noen påtar seg loggførerrollen i sesjonen. Dette kan enten var sesjonslederen selv, eller delegert til en annen i teamet.

Fysisk tilrettelegging for metoden

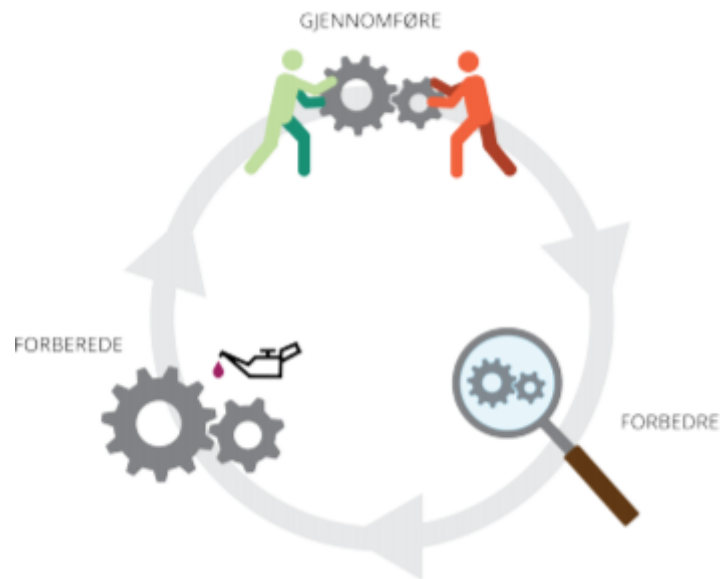
En essensiell faktor for tilrettelegging av ICE er at aktørene har et fysisk arbeidsrom for gjennomføring av sesjoner. Dette kalles for et samhandlingsrom og er arenaen som støtter samlokalisering av hele prosjektgruppen. Hovedmålet er å forbedre samarbeidet gjennom integrasjon av teammedlemmene (Hermundsgård, 2015).

Suksesskriterier

Hermundsgård (2015) beskriver flere nøkkelpunkter for suksess av ICE-metodikk:

- Forankring og kunnskap i organisasjonen
- Trening og opplæring
- Tidlig sesjonsplanlegging
- God forberedelse av sesjonene
- Tydelig gjennomføring av sesjoner

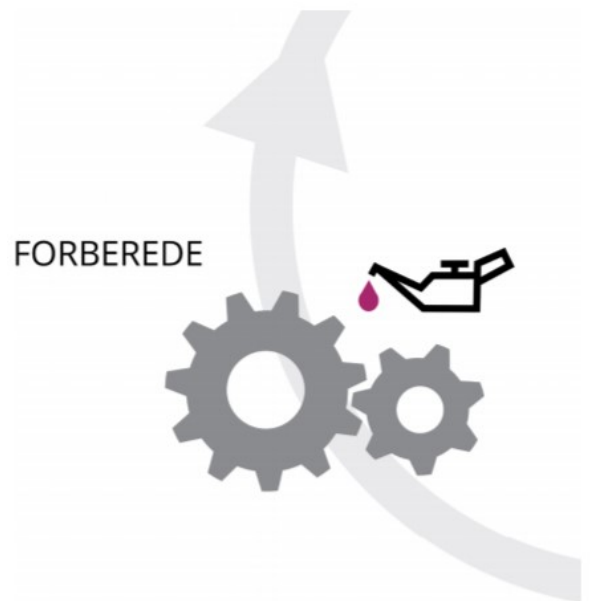
- Kontinuerlig forbedring



Figur 12: Kritiske suksessfaktorer for implementering av ICE-metodikk (Hermundsgård 2015)

3.4.1 Sesjonsplanlegging

Sesjonsplanen skal tilpasses hvert enkelt prosjekt i forhold til varighet, kompleksitet og organisering. Hensikten med sesjonsplanlegging er å gi en beskrivelse av formålet med prosjektet, målsetning og agenda for sesjonen, og hvilke forberedelser som kreves fra den enkelte disiplin i forkant av sesjonen. I følge Hermundsgård (2015) er bakoverplanlegging en vanlig strategi når man utformer sesjonsplanen. En slik strategi innebærer å sette et tidspunkt for når du skal være ferdig, og deretter setter inn arbeidssesjonene med tema som fører fram til det endelige tidspunktet. I tillegg er det viktig å identifisere faglige grensesnitt og avhengigheter, samt avklaringer som må komme på plass (Hermundsgård, 2015).



Hermundsgårds (2015) retningslinjer for en god ICE-sesjon omfatter:

- Varighet ikke kortere enn to timer, og maks fire timer
- Sesjoner som krever lengre enn fire timer bør ha god regi på sesjonene, godt med pauser og mye tid til arbeid
- I forkant av sesjonene skal hver enkelt disiplin få tilsendt sine forberedelsesaktiviteter
- På grunn av behovet for forberedelse, vil det normalt ikke være mulig å gjennomføre mer enn en arbeidssesjon per uke
- Utvikle sesjonsplanmaler som viser hvilke deltakere som bør delta, hvilke forberedelser som bør gjøres i forkant, og hvilke leveranser som bør være resultatet av sesjonen.

3.4.2 Gjennomføring og fasilitering av sesjoner

I tillegg til å ha kontroll på selve gjennomføringen kreves det et godt forarbeid for å få en god ICE-sesjon. I dette delkapittelet skal vi ta for oss forberedelser og selve gjennomføringen av ICE-sesjon.

For å få god kvalitet i ICE-sesjonen, skal sesjonsleder forberede hver enkelt sesjon med følgende punkter (Hermundsgård, 2015):

1. Mål, resultat og leveranse for sesjonen
2. Underlag og deltakere
3. Arbeidsmetode



Målsettingen for sesjonsplanen må sees i sammenheng med kommende sesjoner, milepæler og aktiviteter i prosjektplan. For at deltakerne skal kunne lettere konkretisere sine arbeidsoppgaver opp mot målsettingen for arbeidssesjonen kan det overordnede målet deles inn i delmål. Underveis i sesjonen kan målsettingen endres, og det er derfor viktig at det kommuniseres godt til deltakerne (Hermundsgård, 2015).

Hermundsgård (2015) påpeker at det er nyttig å gi deltakerne informasjon om hva som må være forberedt i forkant av arbeidssesjonen for å sikre oppnåelse av målsetting. I tillegg til å gi deltakerne informasjon er det viktig å vurdere hvem som må delta i sesjonen, og se deltakerne opp mot målet for hver enkelt ICE-sesjon. De som deltar er enten interessenter i problemstillingen eller beslutningstakere, internt eller eksternt.

3.4.3 Evaluering og kvalitetssikring

Integrated Concurrent Engineering (ICE) skal evalueres kontinuerlig som danner grunnlag for forbedringer i metoden og i opplæringsmateriellet (Hermundsgård, 2015). Det er anbefalt å gjennomføre en evaluering midt i og i slutten av prosjektet. Midtveisevalueringen er et verktøy som gir muligheten til å gjøre endringer i prosjektgjennomføringen, mens evalueringen i slutten av prosjektet er en erfaringsinnsamling til læring. I følge Hermundsgård (2015) kan evalueringen ha form som spørsmål som stilles i prosjektgruppa i felleskap som en samtale, eller til en anonym spørreundersøkelse.

3.5 Målinger

3.5.1 Målinger generelt i byggeprosjekter

Som nevnt i kapittel 1.1 har den norske byggenæringen hatt en nedgang i produktiviteten på 10% siden år 2000 (Thodesen, 2018). Som svar er flere metoder blitt introdusert for å løse dette problemet. Målinger (eng: metrics) er et av de foreslåtte metodene som mange norske entreprenører har begynt å implementere i prosjektene sine for å forbedre prosjekteffektiviteten (Fosse et al., 2017); (Knotten and Svaldestuen, 2014). Ikke bare er målinger viktig for å evaluere prosjektets suksess, men kan også bli brukt for kontinuerlig forbedring (Fischer et al., 2017). I litteraturen er det en stor mengde publisert materiale om målinger og implementering av VDC i byggeprosjekter,

men det foreligger et tilsynelatende kunnskapsgap om temaet målinger og VDC kombinert (Reinholdt et al., 2019). Reinholdt et al. (2019) gjennomførte en pilot-casestudie som involverte Drammenstasjons forretningscenter (DVC), for å dokumentere Betonmasts første implementering av VDC. Under studie ble det funnet ut at en av de største utfordringene i VDC-prosjekter er å definere meningsfulle målinger, som også har vært en del av interessen for å forske videre på temaet i denne oppgaven.

I følge (Bassioni et al., 2004) er det flere prestasjonsmålinger som eksisterer i byggebransjen, som for eksempel Balanced Scorecard, just-in-time (JIT), Benchmarking, aktivitetsbasert ledelse (eng: Activity-based management), nøkkelindikatorer (KPIer, eng: Key Performance Indicators) for prosjektsuksess, objektive målinger som tid, kostnad og ulykker samt subjektive målinger som kvalitet og tilfredshet. Subjektive målinger er viktig for å unngå at et prosjekts vurdering av suksess begrenses til objektive målinger (Hughes et al., 2004). Beatham et al. (2004) hevder at en av hovedutfordringene for KPI-ene er at målingen har produktorientert fokus, og at de fleste KPI-er er brukt til evaluering og sammenligning i etterkant av prosjektet. I et forsøk på å imøtekomme begrensningene til de eksisterende KPI-ene har Al-Jibouri and Haponava (2011) foreslått et generisk system for mer prosessorienterte KPI-er.

3.5.2 Målinger i VDC-prosjekter

Målinger i VDC-prosjekter bør brukes gjennom hele prosjektets varighet for kontinuerlig forbedring, i tillegg til at det brukes til å måle prosjektets utfall (Knotten and Svalestuen, 2014). Selv om målinger oftere brukes i byggefasen, kan de også brukes i prosjekteringsfasen for å kontrollere kvaliteten av prosjekteringen og utveksling av informasjon (Knotten et al., 2015). Ved å bruke enkle målinger i prosjekteringsfasen kan man effektivt vise status i prosjektet og gi en indikasjon på hvor i prosjektet det bør gjøres tiltak (Knotten and Svalestuen, 2014). Fischer et al. (2017) hevder at det er gjennom målinger i et prosjekt at man kan oppnå prosjektets målsetninger. Hvis målingene settes i en Lean-ramme, for eksempel ved bruk av PDCA (se kapittel 3.6.1 for mer om PDCA) kan målinger brukes til å forbedre prosjektytelsen kontinuerlig. Ifølge Fischer et al. (2017) er typiske målinger i VDC-prosjekter, PPC (Percentage Plan Complete), møte tilfredshet, beslutning latenstid, antall endringer samt prosjektets resultater i form av kostnader og varighet. Utfordringen er imidlertid å definere meningsfulle målinger som er relatert til prosjektets mål (Fischer et al., 2017). I Figur 13 er det listet opp foreslåtte målinger for prosjekteringsfasen i VDC-prosjekter (Reinholdt et al., 2019).

Metric	Kunz and Fischer (2009)	Hamzeh and Aridi (2013)	Knotten and Svalestuen (2014)	Fischer et al. (2017)	(Fosse et al. 2017)
Percentage Plan Complete (PPC)	X	X	X	X	X
Tasks Anticipated (TA)		X		X	
Tasks Made Ready (TMR)		X		X	
Root causes			X	X	X
Response latency	X			X	
Decision latency	X				
Evaluation of meetings	X		X		X
Amount of quantity take-off (QTO) done in 3D-model vs drawings			X	X	
How many times the BIM was used to review alternative solutions			X		
QTO from 3D-model vs spent materials			X	X	
Meeting participation	X			X	
Clashes identified using 3D-model/clash trends				X	X
Amount of rework	X			X	
Requests for information (RFIs) on site due to design clashes	X			X	

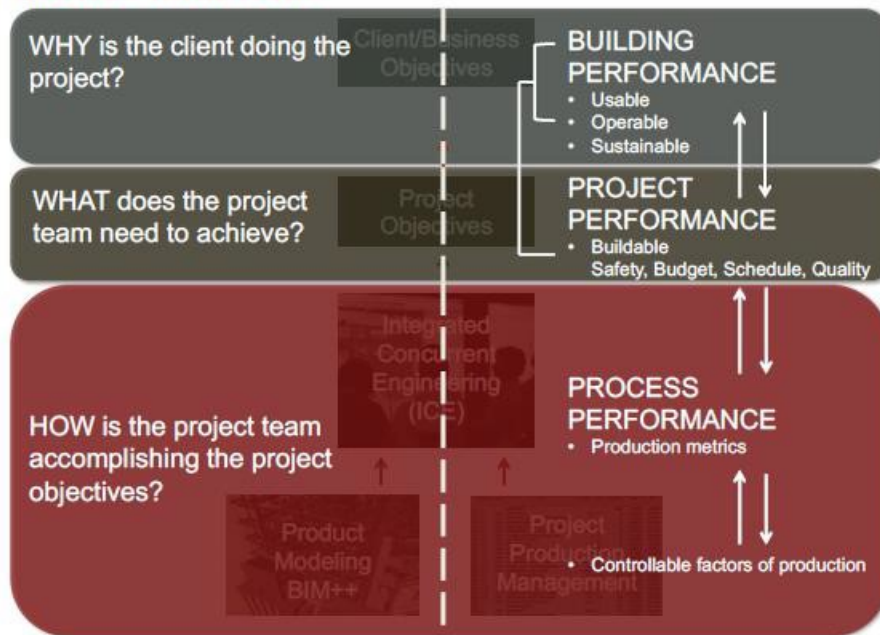
Figur 13: Foreslåtte målinger i designfasen for VDC-prosjekter (Reinholdt et al., 2019)

Når man snakker om VDC-ytelse er det to essensielle elementer, de kontrollerbare faktorer (eng: Controllable Factors) og prosessytelsesmålinger (eng: Process Performance Metric). (Fischer et al., 2017) definerer de to elementene som:

Controllable Factor: *a condition that a designer or manager can actually control, such as a design choice about a product, the choice of what teams and people to hire, and the design of a work process. Controllable factors affect process performance and project outcomes.*

Process Performance Metric: *an aspect of project performance that a team can measure frequently (hourly, daily or every week or two) and use to judge how well past management choices (see Controllable factors) are moving toward the final project outcome objectives.*

Metric Framework



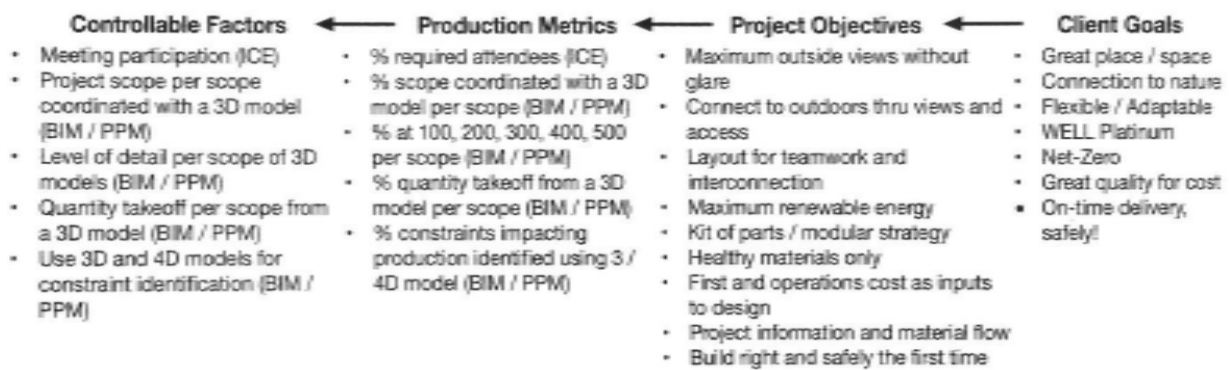
Figur 14: Målinger - Rammeverk (Fischer et al., 2017)

Som Fischer et al. (2017) definerer er de kontrollerbare faktorene, faktorer som en prosjekterende eller leder kan kontrollere. En endring på de kontrollerbare faktorene fører til en endring av resultatet av en prosess.

Figur 15 viser eksempler på kontrollerbare faktorer som (Fischer et al., 2017):

- Deltakelse på møter
- Prosjektomfang koordinert med en 3D-modell
- Level of development (LOD)/MMI av BIMen for hver disiplin
- Mengdeberegninger innenfor hver prosjektramme i en 3D-modell
- Bruk av 3D- og 4D-modeller for identifisering av begrensninger og kollisjoner
- Hvor raskt løses identifiserte problemer i BIMen
- Design valg
- Valg av team og personer å ansatte

I følge Fischer et al. (2017) er det viktig å identifisere faktorer som ikke fungerer optimalt for at et prosjekt skal være oversiktlig. Det er opptil prosjektgruppen å innføre tiltak når en mulig forbedring er identifisert. Videre påpeker Fischer et al. (2017) at uten målinger og kontrollerbare faktorer vil man ikke oppdage problemer i tide til å gjøre endringer for å sikre et bedre utfall. Figur 15 viser hvordan man kan identifisere kontrollerbare faktorer og tilhørende målinger basert på kundes og prosjektets mål.



Figur 15: Prosessen fra prosjektmål til valg av kontrollerbare faktorer og målinger (Fischer et al., 2017)

Ved å identifisere kundes viktige målsetninger og konkrete krav gir det prosjektgruppen mulighet til å formulere interne målsetninger og krav. Kombinerer man de interne målsetningene med velvalgte kontrollerbare faktorer og målinger, setter prosjektgruppen seg selv i en posisjon til å kontrollere prosjektet mot prosjekteiers ønskede utfall (Fischer et al., 2017)

3.6 Lean Construction

Lean-filosofien fokuserer på hvilke aktiviteter som tilfører verdi til et prosjekt, og minimerer aktiviteter som er tid- og ressurskrevende og ikke tilfører prosjektet verdi. Konseptet har røtter tilbake til andre verdenskrig, hvor en ny produksjonsfilosofi i japansk bilindustri oppstod. Lean Construction ble utviklet på bakgrunn av nedgang i produktivitet i byggeindustrien (Liker, 2004). I senere tid har man oppdaget at de syv kildene til sløsing også finnes i ethvert byggeprosjekt som det gjør i industriens mer ordnede systemer, derfor har det blitt vektlagt å finne metoder som minimerer og helst blir kvitt disse kildene (Hagen, 2017).

Howell (1999) beskriver at sløsing i byggebransjen oppstår av den samme tankegangen som er formulert slik, «*Hold et intenst press under produksjon på hver eneste aktivitet, fordi tids- og kostnadsredusering i alle ledd er nøkkelen til forbedring*». En Lean byggebransje er annerledes enn den «vanlige» formen på følgende områder (Hagen, 2017):

- Den har klart definerte mål for leveringsprosessen
- Det legges vekt på å maksimere utførelse for kunden på prosjektnivå
- Produkt og prosess prosjekteres på samme tid
- Produksjonskontroll anvendes gjennom hele levetiden til prosjektet

3.6.1 Metoder og teknikker

Det er utviklet flere metoder og teknikker for bruk av Lean Construction (Ballard et al., 2002), og i dette delkapittelet vil det bli gitt en kortfattet forklaring av de aktuelle metodene og teknikkene.

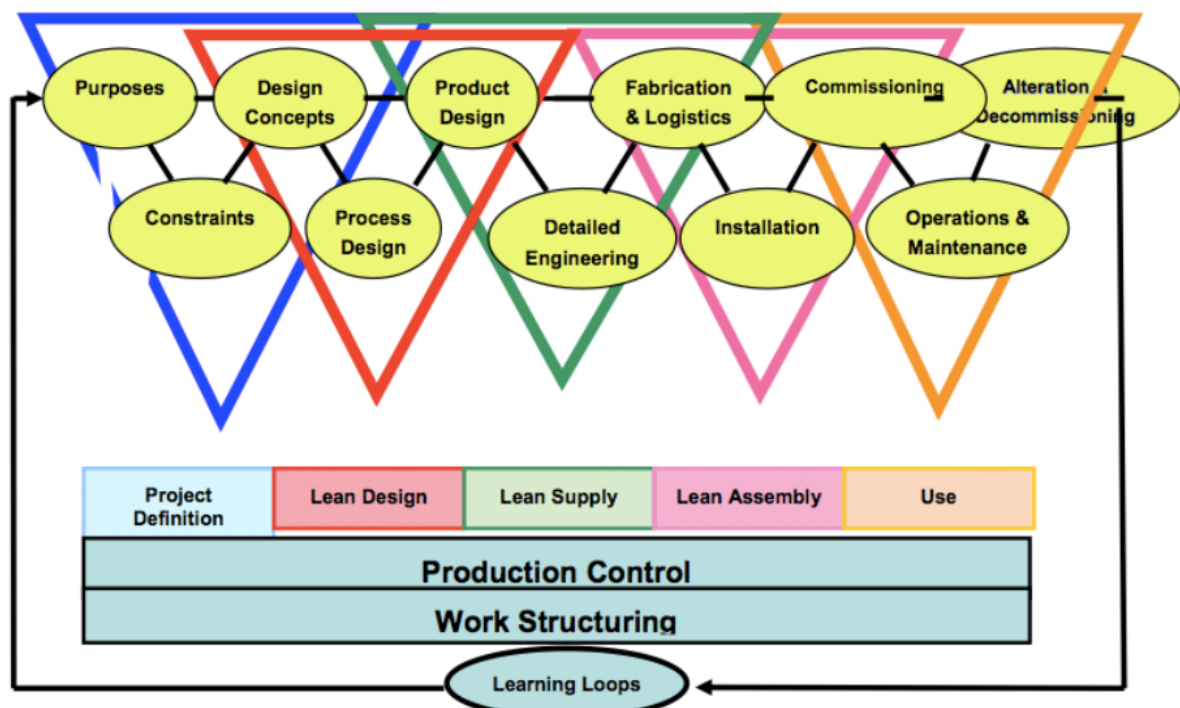
Lean Project Delivery System (LPDS)

Lean Project Delivery System (LPDS) er en ny måte å gjennomføre prosjekt på utviklet av Lean Construction Institute i år 2000 (Ballard, 2008). LPDS er stadig under utvikling, og i begynnelsen var hovedfokuset på å iverksette metoden i produksjonsprosessen, men etter hvert ble det mer fokus på prosjekteringsprosessen. LPDS åpner for tidlig

involvering av prosjektdeltakere som tillater integrering av kunnskap om byggemetoder som kan påvirke den tidlige utformingen av designet (Khazode et al., 2006). Integrering av kunnskap om prosessen i tidligfase innebærer vurdering av sekvensen og logistikken til prosjektet. Denne prosessen kan forenkles og effektiviseres ved å utføre 4D-modellering (Olsen, 2015)

LPDS har som formål å strukturere byggeprosessen slik at den er i samsvar med Lean-tankegangen om å levere et prosjekt som oppfyller kundens behov uten og prosessere sløsing (Khazode et al., 2006). I LPDS er prosjekteringsgruppen ansvarlig for å bistå kunden med å bestemme hva han egentlig ønsker å oppnå med prosjektet (Ballard, 2008). Når gruppen har kartlagt kundens verdi, begynner utviklingen av designkriteriene for prosjektet. Target Values er satt for å trigge innovasjon og finne ulike designalternativer. Med målet som utgangspunkt blir de ulike løsningsalternativene evaluert og avgjørelser blir tatt i «The Last Responsible Moment». Ettersom avgjørelser som tas i prosjekteringsprosessen er avgjørende for muligheten til å skape verdi og få et suksessfullt prosjekt, er det gunstig å følge dette prinsippet (Olsen, 2015).

Figur 16 illustrerer fasene i LPDS og overgangen mellom de ulike fasene. Pilen som går fra Decommissioning-fasen til Purposes-fasen illustrerer informasjonshåndteringen og representerer en annen viktig del av Lean filosofi, som er å lære av erfaringer og ha kontinuerlig forbedring.



Figur 16: The Lean Project Delivery System (Ballard, 2008)

I den første fasen av LPDS (Project Definition) vurderes formålene, behovene og verdiene som brukerne har til prosjektet og et program blir utviklet (Khazode et al., 2006). Prosjekteringsgruppen utvikler en felles BIM-modell som fører til at gruppen får en felles visjon av behovet, verdien og formålet til prosjektet, samt legger til rette for et bedre samarbeid. I neste fase av LPDS (Lean Design) begynner prosjekteringsprosessen som legger vekt på tidlig involvering av aktører (Ballard, 2008). Fasen legger til rette for en tverrfaglig prosess, hvor den tverrfaglige gruppen bestående av arkitekt, rådgivende

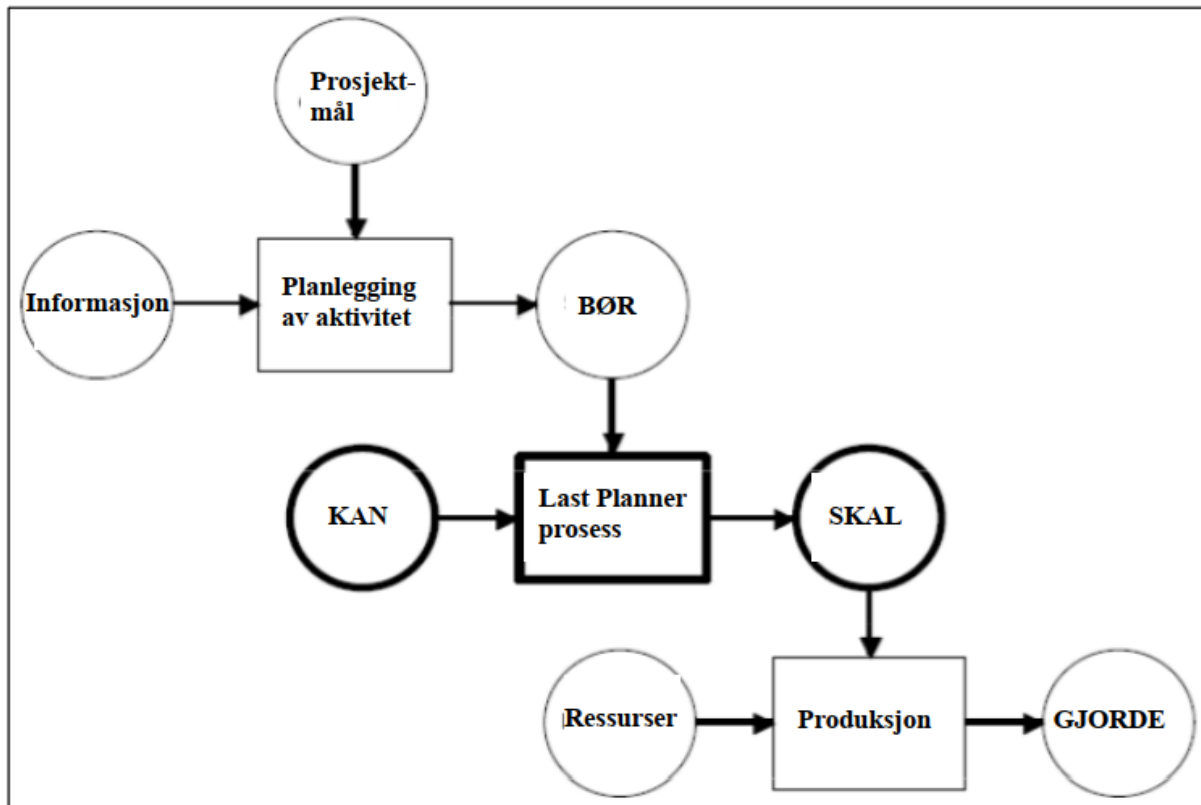
ingeniør, entreprenør, underentreprenør og ulike spesialister samarbeider om å ta beslutninger som er optimale for produktet og prosessen (Forbes and Ahmed, 2011). I Lean Design fasen vurderes samspillet mellom designkonsepter, produktdesign og prosessdesign, som er illustrert i Figur 16 med røde trekanten som omfavner Design Concepts, Product Design og Process Design. Prosjekteringsledelsen i Lean Design fokuserer på forbedringsarbeid innen prosjektering ved å benytte Last Planner System (LPS) (Olsen, 2015), som blir beskrevet nærmere i neste avsnitt.

Last Planner-systemet (LPS)

For å gjøre prosjekterings- og byggeprosessene mer forutsigbare, utviklet Ballard (2000) *The Last Planner System of Production Control (LPS)* som en del av LPDS. I følge Ballard & Howell (2004) produserer LPS bedre prosjektresultater sammenlignet med prosjekter som utføres tradisjonelt med Critical Path Method. LPS var i utgangspunktet utviklet for produksjonsprosessen, hvor de utarbeidet den endelige planen for arbeidsoppgavene på byggeplass. I senere tid har LPS blitt utviklet og implementert i prosjekteringsprosessen (Olsen, 2015). Institute L.C (2014) beskriver LPS slik:

«Last Planner System (LPS) – The Collaborative, commitment-based planning system that integrates should-can-will-did planning (pull planning, make-ready look-ahead planning with constraint analysis, weekly work planning based upon reliable promises, and learning based upon analysis of PPC and Reasons or Variance»

Som Figur 17 illustrerer kan Last Planner-systemet sees på som en mekanisme som endrer hvilke aktiviteter som **burde** vært gjort, til hvilke aktiviteter som faktisk **kan** gjøres. Ved å velge ut hvilke av disse aktivitetene som skal inkluderes i ukeplanen, inngås det en forpliktelse til planen i form av at det blir bestemt hvilke aktiviteter som faktisk vil la seg gjennomføres. Dermed tas det kun hensyn til de aktivitetene og det arbeidet som faktisk kan bli utført, og man unngår å kaste bort tid på andre arbeidsoppgaver (Hagen, 2017).



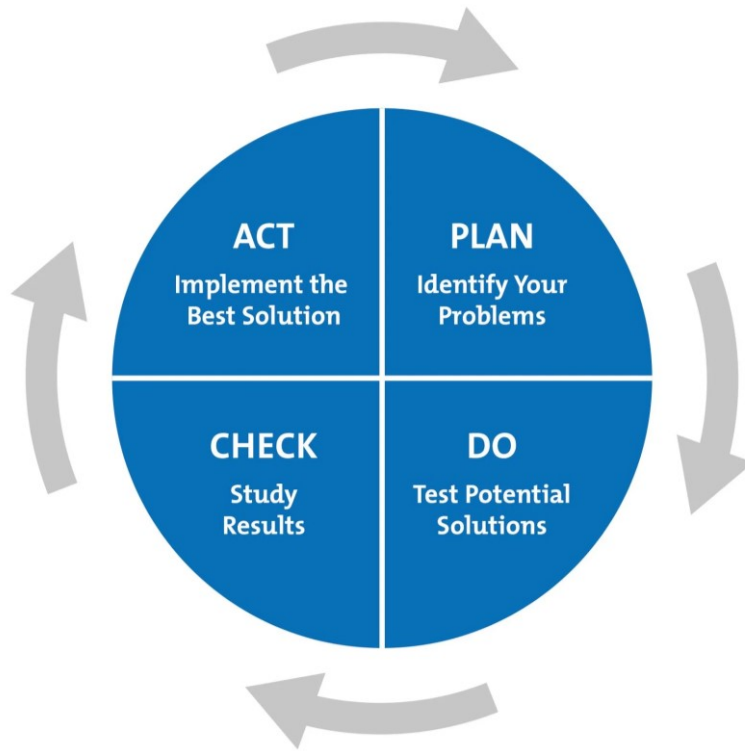
Figur 17: The Last Planner System(Ballard, 2008)

Kontinuerlig forbedring

Kontinuerlig forbedring, også kjent som *Kaizen* på japansk, er iterative metodikker for optimalisering av prosesser (Salem et al., 2006). Bicheno & Holweg (2000) beskriver tre dimensjoner som er nødvendig for kontinuerlig forbedring og for å nærme seg en uforstyrret flyt:

1. Reduksjon av ikke-verdiskapende aktiviteter
2. Øking av verdi
3. Involvering av mennesker

Et eksempel på en metodikk for kontinuerlig forbedring er PDCA, som står for Plan-Do-Check-Act, se Figur 18. PDCA handler om å imøtekomme rotårsaker til problemene ved å involvere prosjektdeltakere i evalueringsprosessen (Clark et al., 2013). Som Figur 18 viser er det fire faser i PDCA-syklusen. Først fase (*Plan*) omhandler å identifisere problemet og analysere mulige løsninger i fellesskap. I andre fase (*Do*) skal prosjektdeltakerne teste ut mulig løsning, og måle resultatet. I tredje fase (*Check*) skal deltakerne studere resultatet, måle effektiviteten og avgjøre om løsningen ga ønsket resultat. Hvis løsningen var suksessfull skal det i siste fase (*Act*) implementeres og i fellesskap bli enig om at metoden skal bli den nye standarden. Dersom metoden ikke ble suksessfull, starter man på nytt igjen.



Figur 18: PDCA – Kontinuerlig forbedring. Hentet fra: mindtools.com

Prosent Planlagt Utført (PPU)

I LPS er måling av prestasjonen til planleggingssystemet en viktig faktor for å forbedre oppfølgingen og planleggingen (Ballard and Howell, 2004). Prosent Planlagt Utført (PPU) er et av hjelpemidlene for å forbedre byggeprosessen (Ballard et al., 2002). PPU er et mål på hvor mye av planen som er oppnådd for et tidsintervall (Forbes and Ahmed, 2011). Måling av PPU med utgangspunkt i ukeplanen gir en indikator på effektiviteten og kvaliteten av Last Planners ukeplanlegging (Institute, 2014). Målemetoden kan forbedre effektiviteten i prosjekteringsprosessen, ved at de ulike fagene har gjennomført oppgavene sine til neste møte (Hagen, 2017). PPU måler påliteligheten til planen som ble laget, ved at den viser hvor mange løfter som ble fullført sammenlignet med hvor mange som ble overholdt i prosent:

Formel 1: Prosent Planlagt Utført (PPU)

$$PPU = \frac{T_{ua}}{T_n} \times 100$$

T_{ua} = Utføre aktiviteter

T_n = Totalt antall aktiviteter

Ballard & Howell (2004) beskriver bruken av metoden i praksis ved at enten prosjektleder eller prosjekteringsleder henger opp en oversikt over PPU for forrige uke, slik at målingene blir synlige for alle deltakere som et indre insentiv for å holde planene. Ved at alle som planlegger arbeid får et innsyn i PPU, gir det også muligheten for å etablere buffere mellom arbeidsoppgavene (Macomber et al., 2005). En slik buffer kan

være gunstig i forhold til deltakernes ferdigstillelse, ved at deltakere vet hvor pålitelig andre deltakere er og dermed kan ta hensyn til dette når løfter blir gjort og følgelig øke flyten i arbeidet (Olsen, 2015). Forskning indikerer at ved å måle PPU øker produktiviteten, og i tillegg minker variasjonsområdet til produktiviteten (Ballard and Howell, 2004).

Årsak-virkningsanalyse til ikke-utførte oppgaver

Som et verktøy for å oppnå kontinuerlig forbedring kan en årsak-virkningsanalyse (eng: Root-Cause Analysis) gjennomføres (Ballard and Howell, 2004). En slik analyse har som formål å identifisere årsakene til hvorfor arbeidsoppgavene ikke ble utført som planlagt. Når man har fokus på å forstå problemet, kan en gå i dybden og finne rotårsaken (eng: root cause). En årsak-virkningsanalyse er et hjelpemiddel for å få en bedre forståelse av prosjekterings- og byggeprosessens avhengigheter, samt muliggjør forbedringer underveis (Olsen, 2015).

Figur 19 viser typiske årsaker til hvorfor ukentlige arbeidsoppgaver ikke gjennomføres, et studie utført av Ballard and Howell (1998). Mange av årsakene er kontrollerbare for entreprenøren. Som figuren viser er eksempler på årsaker mangel på materialer, dårlig koordinering mellom fag, manglende informasjon, endringer, krisesituasjoner, mangel på verktøy/utstyr, problemer med designet eller mangel på arbeidere. Ifølge Ballard & Howell (2004) kan årsak-virkningsanalysen henges opp ved siden av oversikten over målingene av PPU, slik at det kan diskuteres tiltak for å forhindre feil i planleggingen med fokus på forbedring.



Figur 19: Årsaksdiagram, oversatt fra (Ballard and Howell, 1998)

“5 Why”-årsaksanalyse

Sakichi Toyoda, grunnleggeren av Toyota Motor Company, utviklet “5 Whys”-prosessen (Okhuysen, 2020). Årsaksanalysen er en metode for å identifisere årsaken til ikke-utført arbeid basert på hva som er planlagt (Institute, 2014). Som Figur 20 viser går metoden ut på å stille spørsmålet “Hvorfor? (eng: why)” fem ganger for å finne rotårsaken til

problemet. "5 Why" – årsaksanalysen er en effektiv og enkel metode som krever lite tid og ressurser, og som gjør en oppmerksom på hva som var rotårsaken til feil. En slik årsaksanalyse kan gjennomføres for å unngå gjentakende feil (Olsen, 2015).



Figur 20: Eksempel på anvendelse av de "5 Why". Figur hentet fra: www.kanbanize.com

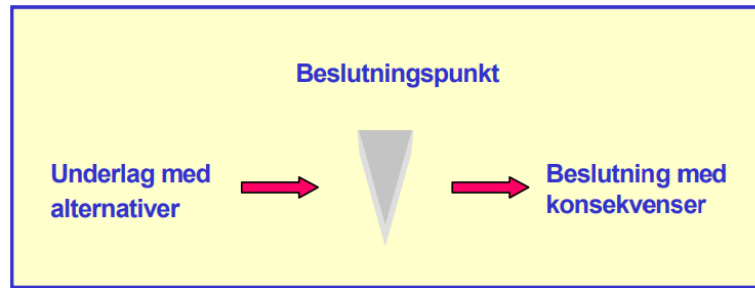
3.7 Beslutningsprosesser

Ifølge Tjora (2018) er beslutningsteori «en sosiologisk teori som gransker de faktorene som virker inn på beslutningsprosessen hos individer eller sosiale systemer».

Beslutningsteori deles i normativ og deskriptiv teori, hvor den normative baserer seg på rasjonalitet og mål, mens den deskriptive er fundamentert på irrasjonalitet og varierte motiver (Øyen, 2019). En beslutning er en irreversibel fordeling av ressurser, og at beslutningsgrunnlaget består av tre faktorer, preferanser, informasjon og valg. Videre er beslutninger en form for heuristikk, som er den enkle fremgangsmåten eller strategien som en problemløser kan ta i bruk for å øke sjansen til å løse en oppgave (Teigen, 2018).

En beslutningssituasjon betinger at det foreligger et reelt valg mellom alternativer. I det minste må det foreligge to alternativer, hvorav det ene bør være at status quo opprettholdes, vanligvis kalt *nullalternativet*. De som deltar i beslutningsprosessen må være klar over (Haanæs et al., 2004):

- Når det tas en beslutning
- Hva beslutningen går ut på
- Hva konsekvensene er for den videre utvikling av prosjektet (hele levetiden)

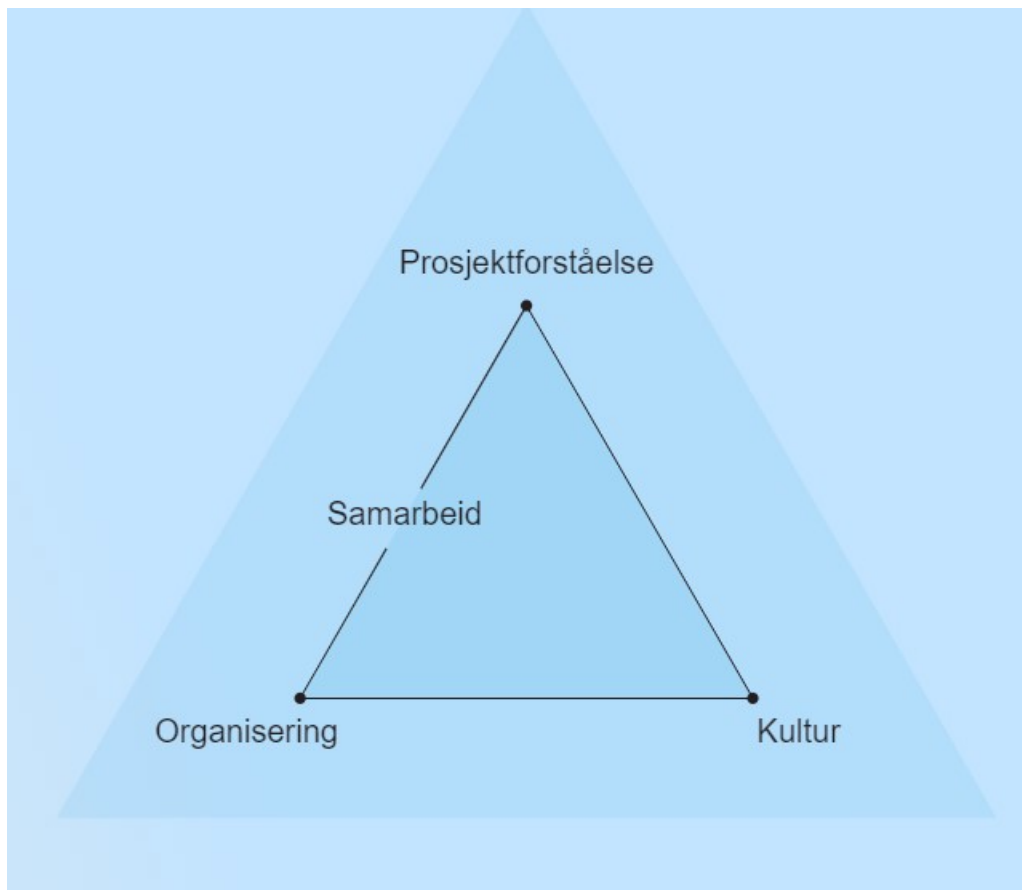


Figur 21: Beslutningspunkt (Haanæs et al., 2004)

I følge Haanæs et al. (2004) er det derfor nødvendig at beslutningstaker er klar over at beslutningen innebærer et omfattende ansvar. Den som tar en beslutning, er ansvarlig for at beslutningsunderlaget er tilfredsstillende og for at beslutningen blir kommunisert til gjennomføringsleddet.

I kontrast til tradisjonelle avklaringsmøter og høringsrunder, hvor det ofte er lang behandlingstid- og svartid mellom hver enhet som skal behandles, har flere aktører i byggenæringen de siste årene jobbet med utvikling av en metode for mer effektiv planlegging og prosjektering. Resultatet fra FoU-prosjektet er en metode for mer effektive beslutningsprosesser i prosjektene. Metoden har fått navnet Samtidig Plan og Prosjektering (SPP) (Brekkehus, 2019). Det er beslutninger som gir fremdrift i prosjektet. For å lykkes med store prosjekter er man avhengig av riktige beslutninger, til riktig tid, på riktig underlag. Essensen i metoden er at utførende ressurser og beslutningstakere samles i et rom for en «sesjon», med fortløpende prosjektering og beslutninger i sanntid (Brekkehus, 2019).

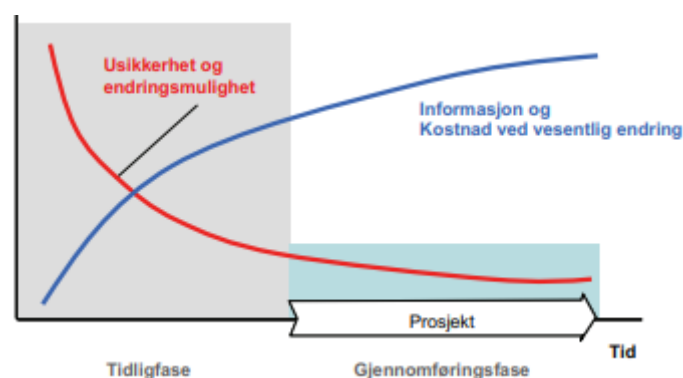
For å sikre et godt gjennomført prosjekt må det legges til rette for samarbeid og et effektivt beslutningsklima (Prosjektering, 2020). Gode oppdrag er avhengig av at deltakerne jobber tett sammen om å løse oppgaven. Ved samtidig prosjektering søkes viktige beslutninger tatt i samme rom, og av de rette beslutningstakere. Det anbefales å gjennomføre et kick-off møte for at prosjektdeltakerne skal bli kjent med prosjektet og hverandre (Prosjektering, 2020). Ifølge Prosjektering (2020) er BIM-modellen og beslutningslogg kjernen i prosjektet – som alle prosjektdeltakere forholder seg til. Videre anbefales det å sikre tilgang og effektiv kommunikasjon ved bruk av felles Web-hoteller hvor hele prosjektets korrespondanse og kommunikasjon foregår. Her samles alt på et sted som gjør det enkelt for alle prosjektdeltakere og delta på de ulike prosesser.



Figur 22: Viktige elementer for et godt gjennomført prosjekt (Prosjektering, 2020)

3.7.1 Utfordringer i ulike faser i et prosjekt

Et prosjekt kjennetegnes ved at det er et avgrenset tiltak med et definert mål som gjennomføres innenfor en avtalt tids- og budsjettamme, med en midlertidig organisasjon (Sunnevåg, 2007). Det er flere usikkerheter knyttet til beslutninger om et prosjekt, og denne endres over tid. I følge Sunnevåg (2007) er det vanlig å anta at usikkerheten er størst på det tidligste tidspunktet når ideen unnfanges, og avtar raskt etter hvert som en skaffer seg nødvendig informasjon. Usikkerheten antas å flate ut mot et minimum under gjennomføringen av prosjektet, se Figur 23.



Figur 23: Sammenheng mellom usikkerhet og informasjonstilfang over tid (Sunnevåg, 2007)

Casestudiet – Mortensrud Idrettsanlegg var som nevnt i kapittel 2.5 et forprosjekt, som er i tidligfase. Det er i tidligfasen de største avgjørelsene skal tas, men samtidig da

usikkerheten er størst, muligheten for påvirkning er størst, og informasjonsgrunnlaget er mest begrenset (Sunnevåg, 2007). Beslutningsunderlagets godhet er avgjørende for beslutninger, og erfaring tilsier at beslutningstakere ofte stiller lave krav til beslutningsunderlaget (Sunnevåg, 2007). Selv om det foreligger et godt beslutningsunderlag viser studier at mange beslutninger i større grad påvirkes av beslutningstakers intuisjon og egne erfaringer enn fakta og analyse (Henden, 2004, Minzberg 2000). I følge Sunnevåg (2007) kan intuisjon gi gode og raskere beslutninger enn rasjonell analyse. Effektiv intuisjon innebærer som ofte mange års erfaring og analyse i kombinasjon.

3.7.2 Suksessfaktorer/Fallgruver

Prosjektering (2020) beskriver noen viktige hovedtrekk for vellykket beslutningsprosess:

- Godt samarbeid på tvers av prosjektet
- Samlokalisering styrker deling på tvers av prosjektet
- Deltakere stiller alltid godt forberedt
- Deltakere er klar over egne bidrag/ansvar i prosjektet
- Tydelige definerte mål
- Samme oppfattelse av felles mål
- God beslutningsunderlag
- Prosjektledelsen som godt forbilde
- Innstilling til å dele med andre
- Prosjektspesifikk sesjonsplan (Når i prosjektet må de enkelte avklaringer foreligge, og hvilke operasjoner må til for å få rettidig beslutning)
- Etablering av beslutningslogg for plan og bokføring av prosess rundt hver enkelt avklaring
- Vanskelige/spesielle beslutninger tas i planlagte sesjoner ved strukturert tilnærming til oppgavene
- Grundig identifikasjon, verdisetting og definisjon av prosjektets utfordringer i samspill med interessentene. Skape felles problemforståelse og oversikt over grensesnitt

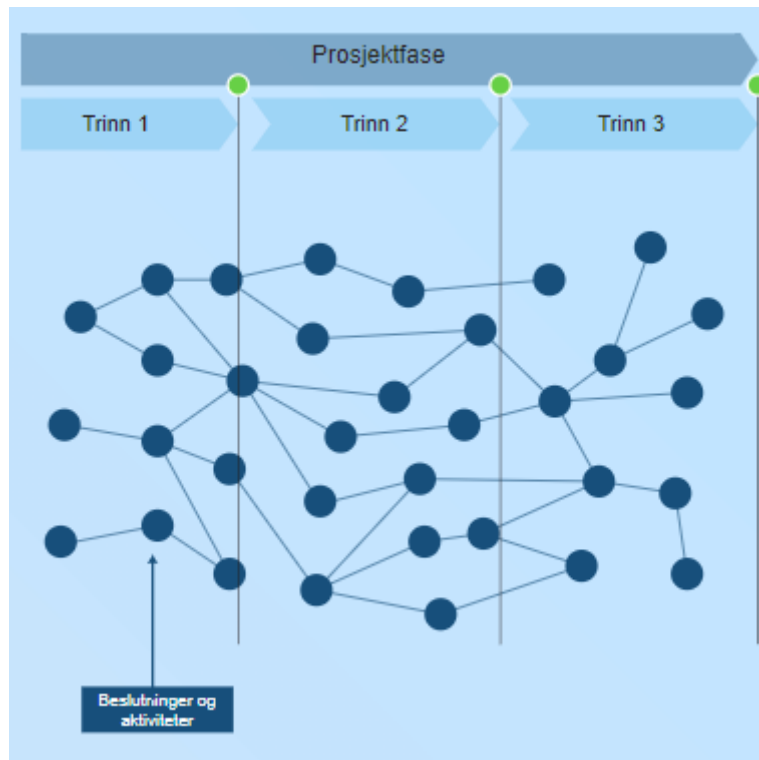
Interessentanalyse

En av de viktigste faktorene for å lykkes er å ha beslutningstakere/nøkkelpersoner forberedt og tilstede. Dette er et av de viktigste elementene for å skape rask progresjon og høy kvalitet (Prosjektering, 2020). Som basis for prosjektgjennomføringen, og spesielt før sesjonsplanlegging og vurdering av avklaringsbehov må det gjennomføres interresentanalyser for å kartlegge hvilke parter som må være med i beslutningsprosessen, samt hvilke elementer og forhold de kan knyttes til.

Beslutningsplanlegging

For å lykkes med å fatte gode beslutninger er det essensielt at det planlegges godt i forutsigbarhet og forpliktende planer. Dette er spesielt viktig i samtidig prosjektering da en forutsetning for gode sesjoner er riktige forberedelser og deltagelse av nøkkelpersonell/beslutningstakere (Prosjektering, 2020). Det er viktig å ikke planlegge med for store beslutninger før det er realistisk at nødvendig beslutningsunderlag foreligger, og det har vært tid til tilstrekkelig modning hos beslutningstaker og andre interessenter. Som en del av prosessen for å lande en større beslutning bør det legges opp til delbeslutninger og foreløpige beslutninger (Prosjektering, 2020).

Videre anbefaler Prosjektering (2020) å ikke være for ambisiøs med tanke på detaljeringsgraden for hele beslutningsplanen, og bruke trinnmodeller for å dele opp prosjektfasen i underfaser kalt trinn, se Figur 24.



Figur 24: Trinnmodeller (Prosjektering, 2020)

Hindringer for optimalisering av beslutningsprosessen:

Det er flere hindringer for å optimalisere en beslutningsprosess, noen av disse er nevnt her (Prosjektering, 2020):

- Dårlig organisering i selskapet: Manglende effektiv beslutningsprosess og definert prosess i prosjektets design, innkjøp og byggefaser. Organisasjonen evner ikke å oppnå den hastigheten og skalerbarheten som kreves
- Utilstrekkelig kommunikasjon og samarbeid
- Manglende, ufullstendig eller feilaktig informasjon
- Sakens kompleksitet – klarer ikke å få oversikt eller forstå kompleksiteten
- Den menneskelige evne til å tolke og bearbeide informasjon
- Den menneskelige tilbøyelighet til å ta en beslutning lenge før de vil innrømme det, selv om beslutningsunderlaget er svært mangelfullt
- Den tiden som er tilgjengelig for beslutningsprosessene
- Beslutningstakers ulike preferanser når det gjelder å nå organisasjonens mål
- Manglende vilje til å ta beslutning, basert på ønske om å forplikte seg, vente på nye muligheter eller behov for å "dekke ryggen"

4 Resultat

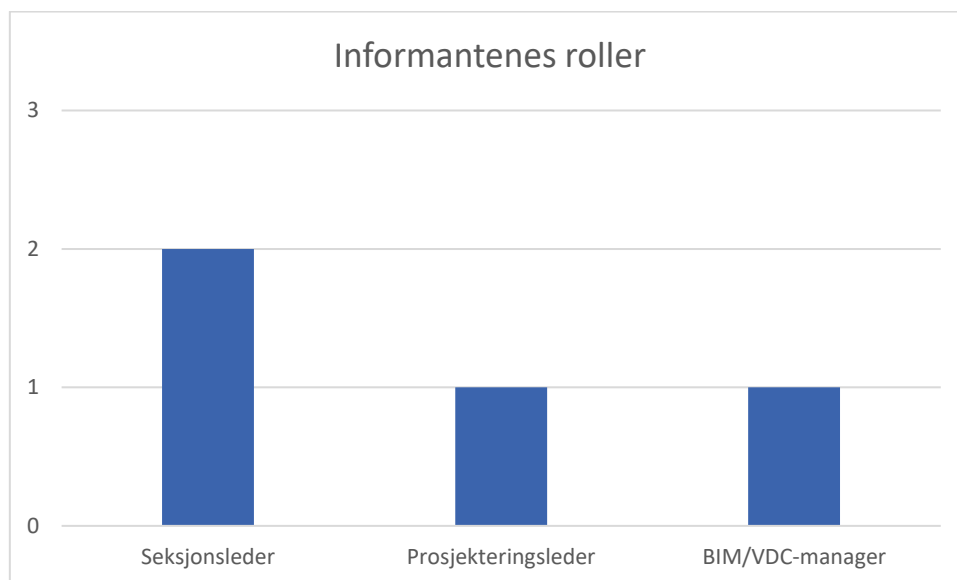
Formålet med dette prosjektet har vært å undersøke *hvordan implementering av VDC kan bidra til en mer effektiv beslutningsprosess med hovedfokus på målinger og ICE*. Mortensrud Idrettsanlegg er valgt som caseprosjekt for å kartlegge utfordringer ved gjennomføring av ICE-sesjoner. I forbindelse med prosjekteringsmøtene på caseprosjektet ble det gjennomført en spørreundersøkelse. Undersøkelsene har bidratt til pålitelige data og kartlegge mulighetene og utfordringene i prosjekteringsmøter samt beslutningsprosessen. De empiriske dataene er innsamlet gjennom intervju med nøkkelpersoner i Rambøll. I dette kapittelet presenteres resultatene fra den kvalitative datainnsamlingen.

4.1 Intervju

Som nevnt i delkapittel 2.4.5 er det gjennomført semistrukturert intervju med fire nøkkelpersoner i Rambøll med relevant bakgrunn. Innhenting av informanter ble gjort gjennom ekstern veileder i Rambøll ettersom vedkommende har nettverk til relevante fagpersoner innenfor VDC. Formålet med intervjuene var å få innsikt i hvordan ansatte i Rambøll har opplevd implementering av VDC elementer, hvilke utfordringer de har støttet på i en beslutningsprosess, hvordan VDC rammeverket kan bidra til å løse utfordringene, og hvilken effekt ICE-sesjonsplan vil kunne ha på beslutningsprosessen. Nedenfor er resultatet fra intervjuene oppsummert.

Bakgrunn:

1. Hva er din rolle i Rambøll?



Figur 25: Informantenes rolle i Rambøll

2. Er du VDC-sertifisert, eller har du noe relevant kurs innen VDC, Lean el.?

Tre av fire informanter er VDC-sertifisert. Alle informantene har gjennomført intern prosjektlederkurs i Rambøll.

Hvilken erfaring har du med prosjekter som har implementert VDC-elementer?

Alle informantene besvarte at de har god erfaring med implementering av VDC-elementer. En av informantene svarte at vedkommende hadde imidlertid mer erfaring med prosjekter som ikke har benyttet VDC-elementer, og har flere gode eksempler på prosjekter hvor det burde ha blitt implementert. Informanten tror at mange av utfordringene i disse prosjektene ville vært unngått dersom det hadde blitt implementert VDC-elementer. Informantene ser et stort forbedringspotensial ved å benytte VDC-elementer helt fra start sammen med oppdragsgiver. En av informantene besvarte at når det gjelder implementering av ICE-metodikk for effektivisering av beslutningsprosessen oppleves det litt forskjellig, og at de har mer å gå på når det gjelder samtidig prosjektering. Informantene har mest erfaring med VDC-elementene ICE og BIM. Når det gjelder målinger har informantene i stor grad målt gjennomføring, produksjon, timeforbruk og inntjent verdi som de alle føler positiv erfaring med. Dette er kvantitativ data, men i forhold til kvalitativ data har informantene brukt det i mindre grad, og er noe som Rambøll er i en prosess for å iverksette.

Hvilke elementer av VDC mener du gir forbedringspotensialet fra tradisjonelle prosjekter?

Informantene mener at alle VDC-elementene vil kunne gi en verdi, men spesielt ICE, BIM og målinger er tre elementer som alle informantene mener gir forbedringspotensialet fra tradisjonelle prosjekter basert på erfaring. Ved å involvere alle parter og gjennomføre ICE-sesjoner med riktig beslutningstakere til stede hvor man tar beslutninger i sesjonene, mener informantene at det gir en betydelig tidsbesparelse. Nytteverdien av ICE-metodikken mener informantene er avhengig av prosjektets størrelse. I de mindre prosjektene fungerer en full ICE-sesjon veldig godt, men i de større prosjektene hvor det er flere interessenter er det veldig vanskelig å få til det til. I tradisjonelle møter går mye av tiden til å diskutere frem og tilbake uten å komme frem til en beslutning, og mange av diskusjonene foregår på e-post blir det nevnt. Flere av informantene mener at man ikke nødvendigvis skal gjennomføre full VDC i alle prosjekter, fordi behovet vil variere fra prosjekt til prosjekt. Det er viktig å ha en tanke bak gjennomføringen, og tilpasse det oppdragsgiver, samt prosessen arbeidsgiver har.

Informantene mener bruk av BIM medfører mer åpenhet rundt designet til enhver tid som gir en mye bedre beslutningsgrunnlag enn tradisjonelle prosjekter. Involverende planlegging med Last Planner System (LPS) og avhengigheter mellom de ulike fagene er en essensiell del for å kunne nå frister som mange undervurder ifølge en av informantene. I skrivende stund arbeider vedkommende i et prosjekt som ikke benytter seg av disse elementene, og føler at fremdriften virker uorganisert og at ingen ønsker å ta ordentlig ansvar. Dette fører til mer arbeid for prosjektleder å følge opp, for å sikre en god fremdriftsplan.

Hvilken erfaring har med å etablere målinger med kunde?

Tre av fire av informanter har svært lite erfaring med etablering av målinger med kunde, og mer erfaring med å etablere mål for prosjektet. En av informantene har opprettet målinger sammen med kunde basert på prosjektets mål. Informantene vet hvorfor målingene er viktig og hvilke gevinster det vil gi, men for erfaringens del har de mer å gå på. Et av årsakene til at de ikke har etablert målinger med kunde er fordi de fleste målinger er allerede etablert av rådgiver på grunn av at kunde har begrenset kunnskap, tid og anledning til å bidra.

Hvordan opplever du målingene? (Hva måles, tidsbruk, aktørene innsats, fordeler/ulempes med målinger)

Informantene har benyttet målinger som prosent planlagt utført (PPU), antall beslutninger tatt i løpet av en sesjon, og i hvor stor grad beslutningstakere er forberedt. Når det kommer til målinger i produksjon, føler en av informantene at det er vanskelig å finne riktige målinger. De har prøvd en del målinger som ikke gir nok verdi fordi det er avhengig av at mange aktører må spille inn for at det skal være gunstig. Videre mener informantene at man kan få antydning til om en måling fungerer eller ikke, men det er vanskelig å peke på hva som er årsaken til det. Flere av informantene påpeker viktigheten av å etablere målinger basert på kundens mål for å få nytte av målingene. De opplever målingene som et godt verktøy for å kunne følge status i prosjektene og ha en mer transparense prosess. Målingene medførte at prosjektdeltakerne ble mer bevisstgjort for når de ikke utførte en aktivitet, og at det ville forsinke prosessen. En forutsetning for at målingene skal fungere er at alle i prosjektet er med og til en viss grad har fått en grunnleggende forståelse for prosessen.

Hva er ICE-sesjoner for deg? (et stort rom med touchskjermer, samlokalisering, tverrfaglig koordinering osv..)

En ICE-sesjon er for informantene en målbevisst arbeidssesjon, hvor man samler utførende og de riktige beslutningstakerne til riktig tid slik at man går fra en ICE-sesjon og har løst noe. Ikke at man går fra en sesjon med et sett med aksjoner som man skal løse på egenhånd også komme tilbake neste sesjon og avklare om man har løst de eller ikke. Videre påpeker informantene viktigheten av at en ICE-sesjon er sammenkoblet med LPS hvor man har alle relevante aktører inne for å ta eierskap til de tingene som man skal løse, og sette forventning til de oppgavene fremover i tid basert på en sluttleveranse eller hovedmilepel. Rommets utforming føler informantene er mindre viktig, men jo bedre rommet er rigget desto enklere er det å få ICE-sesjonen til å fungere. Den største delen av en ICE-sesjon mener informantene foregår i forkant av sesjonene. Samtidig påpeker en av informantene at en ICE-sesjon for dem varierer avhengig av hvor i prosessen man er, om det er en ICE-sesjon sammen med byggherre organisasjonen og beslutningstakere, eller på prosjekteringsnivå.

Hvordan skiller ICE seg fra tradisjonelle møter?

Ifølge informantene skiller ICE seg fra tradisjonelle møter ved at de er bedre planlagt og mer strukturerte. Agendaen inneholder tydelige målsetninger om at man skal beslutte noe, og har et opplegg for å faktisk løse det i møtet i motsetning til tradisjonelle møter hvor man sitter igjen med et sett med aksjoner i referat form som skal løses til neste møte, noe informantene opplever ofte ikke blir gjennomført. Ved bruk av ICE-metodikk mener informantene at det er mer fokus på forberedelser i forkant av møtene, å kalle inne de riktige beslutningstakerne og god gjennomføring av møtene.

Mener du at det blir planlagt godt i forkant av ICE-sesjonene? (riktig agenda, definerte mål, tydelige forberedelser og avklaringspunkter)

Når det gjelder om det blir planlagt godt i forkant av ICE-sesjonene, har informantene forskjellig erfaring. De fleste mener det er avhengig av sesjonsleder, og at det er forbedringspotensialet. En av informantene påpeker at utfordringen er at en ICE-sesjon aldri blir bedre enn det svakeste leddet. Hvis det er en aktør som ikke har gjort forberedelser i forkant, og møter opp uforberedt går det utover avhengige parter. Informantene påpeker at det er viktig at de som er med i prosjektet må vite hva som

kreves av en ICE-sesjon. En av informantene har erfart at tilrettelegging av teknologisk utstyr og roller er svært viktig, og at man kan miste 15-30 minutter av en ICE-sesjon bare fordi man ikke har utstyr på plass eller at den som styrer verktøyene ikke har nok kunnskap. Når det gjelder forberedelser av fag i forkant, har flere av informantene målinger som viser at de er godt forberedt. Og tiltaket for den suksessen har vært å tydeliggjøre for prosjektdeltakerne hva hver enkelt skal forberede i forkant. De har flere eksempler på når sesjonsleder bare har kalt inn til møte uten forberedelser i forkant, at det ikke har vært et vellykket møte. I slike møter får man diskutert agendapunktene, men ikke tatt en endelig beslutning.

Hvilke aktiviteter/tiltak kan bidra til en effektiv ICE-sesjon?

Informantene mener god forberedelse i forkant, tydelig målsetting og agenda, riktig beslutningstakere til stede og tilstrekkelig beslutningsunderlag. Likevel påpekes det at man ikke skal legge for mye jobb i beslutningsunderlaget, men nok til at man kan ta riktig beslutning. En av informantene har opplevd at BIM-modellen er for detaljert i forhold til nivået man skal ta beslutning på, og utfordringen med det er at det er tidkrevende. Ved bruk av VDC påpeker informanten at det er mer fokus på hvilke nivå modellen skal være på i de forskjellige beslutningspunktene. Flere av informantene anser definerte roller som en viktig faktor for en effektiv ICE-sesjon. Hvem som skal lede møte, hvem som skal styre BIM-modellen, hvem som skal være teknisk støtte hvis noe går galt og kommunisere dette til prosjektdeltakerne. Videre anser informantene måling av effektiviteten av en ICE-sesjon og dokumentasjon av hvorfor man er effektiv eller ineffektiv som et viktig tiltak. Dette vil kunne avdekke hvis det ofte er en som ikke stiller opp eller stiller opp uforberedt, og basert på målingene kan man finne noen trender som man kan aksjonere på ved å enten gå til prosjektledelsen, fagledelsen eller disiplinledelsen for å få iverksatt tiltak.

På hvilken måte bedrer møteformen ICE beslutningsprosessen tror du?

Ved bruk av ICE mener informantene at man fokuserer mer på involvering av riktig beslutningstakere til riktig tid, tydelig målsetting, forberedelser i forkant og involverende planlegging ved bruk av LPS som er viktige suksesskriterier i en beslutningsprosess. En av informantene påpeker igjen at beslutningsprosessen blir sjeldent bedre enn det svakeste leddet og det er derfor viktig å få med alle. Ofte er man betinget av at det er noen som representerer en større brukergrupper, som ofte må ha de fleste saker detaljert forklart til en større gruppe for å få ting godkjent, da er det ekstremt viktig å forberede de deltakerne ekstra godt til slike møter slik at de vet hva som er mulighetene.

Har du kjennskap til ICE-sesjonsplan? Hvis nei, har du kjennskap til andre sesjonsplaner?

Alle informantene har kjennskap til ICE-sesjonsplan, men ingen har brukt det gjennom et helt prosjektforløp.

Hvis du har kjennskap til ICE-sesjonsplan, hvordan tror du den kan effektivisere beslutningsprosessen?

Informantene mener ICE-sesjonsplan er et godt rammeverk for å få med de viktigste elementene for en vellykket beslutningsprosess. En av informantene påpeker at ICE-sesjonsplan vil bidra til å effektivisere ved at du har et rammeverk som legger føringer for hvordan man skal gjennomføre en ICE-sesjon. Da får du hjelp til hva slags målinger du kan bruke for å forklare hvorfor man er effektiv eller ineffektiv. Det blir enklere og

mer tilgjengelig. Teorien bak det er at man skal gjøre seg opp erfaringer underveis, og basert på erfaringene gjøre tiltak som forbedrer beslutningsprosessen. Informanten mener at ICE-sesjonsplanen understøtter at man kan i enklere grad iverksette VDC teori i prosjektene sine, som igjen vil forbedre effektiviteten og legge til rette for at man kan forbedre seg kontinuerlig.

Har du erfart andre type målinger for møter og beslutningsprosesser enn ICE-sesjonsplan? Hvis ja, hvilke målinger?

Ingen av informantene har erfart andre type målinger for møter og beslutningsprosesser.

Hva mener du er de største utfordringene i en beslutningsprosess? Og hvordan har de blitt løst?

Informantene mener de største utfordringene i en beslutningsprosess er mangel på riktig beslutningstakere og beslutningsunderlag, prosjektdeltakere som ikke er forberedt, dårlige BIM-modeller og gjennomførte møter. Videre blir det påpekt at en utfordring i en beslutningsprosess er at det er tidkrevende. Jo flere personer som må involveres desto tyngre blir prosessen og det tar dermed lengre tid. En annen årsak til at beslutningsprosessen er tidkrevende er ifølge informantene ved tradisjonell gjennomføring av møter. Ved slik gjennomføring blir et sett med aksjoner skrevet i et møtereferat som prosjektdeltakerne skal følge opp. Prosjektleder eller prosjekteringsleder forventer at prosjektdeltakerne gjennomfører det til neste møte, og som oftest blir det ikke utført. Da blir aksjonene utsatt gang på gang, fremfor at prosjektdeltakerne vet at målsetting for møte er at det skal besluttes noe, og hvis det ikke besluttes er de bevisst på at det går på bekostning av planen eller leveransen.

En av informantene opplever at kunder vegrer seg til å ta en beslutning på stående fot. Vedkommende mener at det er to årsaker til det, at de riktige beslutningstakerne ikke har vært tilstede og organisasjoner har sine egne arbeidsprosesser for å ta viktige beslutninger. Det andre får man ikke gjort noe med, men det man får gjort noe med er å korte den prosessen fram til en beslutning gjennom bruk av hyppige og godt planlagt ICE-sesjoner, slik at de lettere kan ta den formelle beslutningen fordi de har fått tilstrekkelig informasjon både ved bruk av BIM-verktøy, gjennom å jobbe sammen og gode forberedelser i forkant som fører til gode beslutningsunderlag.

Hva mener du er de største utfordringene i en beslutningsprosess når prosjektet er i tidligfase?

En av utfordringene i en beslutningsprosess når prosjektet er i tidligfase er knyttet til at man ikke klarer å se de løsningene man skal ha flere år frem i tid. Informantene opplever at kunden har vanskeligheter med å være sikre på at de løsningene og målene man setter seg i tidligfase reflekterer der hvor oppdragsgiver og sluttbrukere er i sin prosess. De viktigste beslutningene tas i tidligfase, og det er i denne fasen man skaper størst verdi for minst penger. Videre påpeker informantene at det er for mange usikkerheter, og åpne muligheter i tidligfase. Typiske utfordringer i tidligfase er å fastsette prosjektforutsetningene, og som er tidkrevende.

I hvilken grad mener du at de rette beslutningstakerne er til stede på møtene?

Når det gjelder i hvilken grad de rette beslutningstakerne er til stede på møtene, har informantene forskjellige erfaringer med det. De fleste opplever det som en utfordring, og som oftest har man ikke en begrunnelse på hvorfor det er mangel på riktige beslutningstakere. En av informantene mener at det er avhengig av prosjektformen, og

kunden. De rette beslutningstakerne er i stor grad til stede når det er en stor entreprenør for de vet hva prosessen innebærer. I de større offentlige sakene, hvor det er mange som er involvert er det mer utfordrende. Ifølge informantene er det viktig å legge til rette for at riktige beslutningstakere er til stede når man planlegger en VDC-prosess.

Hvilke utfordringer i en beslutningsprosess tror du VDC rammeverket kan bidra til å løse?

Informantene mener at man får en mer bevissthet på å samle riktige beslutningstakere, større tilhørighet og eierskap til prosjektet ved involverende planlegging. Samtidighet av tilgjengelig informasjon som kan effektivisere beslutningsprosessen. At man har fått nok informasjon til å ta en beslutning, gjør at de som skal ta en beslutning føler seg trygge på at de kan ta det i sesjonen. God planlegging av når disse beslutningene skal tas. Det som går på produksjon og Last Planner System at man tidlig i prosjektet ser når beslutninger må tas, og hvilke sesjoner vi må gjennomføre for å kunne ta nødvendig beslutning. Da kan man planlegge sesjoner for hele prosjektet og få en oversikt over prosjektforløpet, hvilke beslutninger som skal tas og når, og dermed forberede seg. Videre mener informantene at VDC-rammeverket kan bidra til å løse utfordringene i en beslutningsprosess vet at rammeverket fokuserer på kundens mål, og hva sluttbrukerne og kunden skal ha ut av prosjektet. Prosjektet brytes ned i prosjektmål, som igjen er brutt ned i arbeidspakker som skal løses via ICE-sesjoner og LPS.

Hvordan mener du arbeidsmetodikkene tradisjonell vs VDC (planlegging, møteform, digitale hjelpemidler) påvirker beslutningsprosessen?

Informantene mener i korte trekk at tradisjonelle møtemetodikker trenerer beslutningsprosessen, mens VDC har en intensjon om å akselerere. Ved å ha et større fokus på kundens mål som påvirker prosjekts mål, er det lettere å ta beslutninger, og finne de riktige målingene. I tradisjonelle prosjekter er det ikke alltid like lett å ha oversikt over kundens- og prosjektets mål ifølge informantene. Videre blir det påpekt at BIM er svært viktig, og hvis man ikke har et BIM-prosjekt i dag reduserer man muligheten til å ta riktige beslutninger.

Har du erfaring med prosjekthotellet, Planview Projectplace i forhold til aksjonslogg-funksjonen? Hvis nei, har du erfaring med andre prosjekthoteller og lignende funksjoner?

Ingen av informantene har erfaring med prosjekthotellet Planview Projectplace i forhold til aksjonslogg-funksjonen. En av informantene har kun brukt Excel-ark med beslutningslogg. En har benyttet Primavera som sakshåndteringssystem, et dynamisk system hvor alle kan arbeide samtidig, og har god erfaring med det. To av informantene har benyttet BIM360 Plan, og synes det fungerer bra. En av informantene har som mål å finne det optimale verktøyet, for det kan bli mange verktøy å forholde seg til for prosjektledere og prosjekteringsledere. Å standardisere virksomhetsarkitekturen er noe som er høyt på dagsorden i Rambøll.

Hvordan måles beslutningsprosessen i Rambøll sine prosjekter i dag?

Informantene mener at beslutningsprosessen blir målt i liten grad i Rambøll, og har et stort potensial for forbedring og effektivisering. Det måles ikke mer enn at prosjekteringslederen eller prosjektleder har en beslutningsplan som er relatert til en fremdriftsplan, prosent planlagt utført (PPU), antall utførte saker i løpet av en uke eller mellom prosjekteringsmøter.

Hvordan bør beslutningsprosessen måles? (hva bør måles, hvor mye tid bør brukes på målinger, hvor mye innsats bør de ulike aktørene legge inn, hvem skal ha nytte av målingene, i hvilken fase er det nyttig å måle og hvorfor?)

Ifølge informantene er det avhengig av prosjekttype. I en full VDC-prosjekt med totalentreprenør kan beslutningsprosessen måles i sesjonsverktøyet basert på hvorfor ting ikke blir besluttet. Med større aktører er ikke det nødvendigvis veien å gå for nå målet mener informantene. Det handler mer om at ting skal være godt og nøye planlagt, god informasjonshåndtering og kommunikasjon med alle involverte parter. Der har oppdragsgiver mye større ansvar enn det prosjekteringsgruppen har. Det handler om å forberede interessentene slik at beslutningene blir tatt til riktig tid. En av informantene ønsker målinger på hvor mye omprosjektering og endringer det har vært i løpet av en prosess, og hvor lang tid det har tatt å løse utfordringer. Informanten synes også målinger var det vanskeligste med VDC-kurset i forhold til hva som er nyttig å måle. Det er viktig å definere riktige målinger i forhold til type prosjekt det er. Har man dårlig tid i et prosjekt, er det å bruke tiden å unngå endringer vesentlig. Viktig å måle hvor mye tid som går bort, hvor mye endringer det blir og årsaker til dette som er viktig for videre forbedring. Ifølge informanten er det ikke uvanlig at man oppdager at man har bommet på det kunden har etterspurt etter at man har gjort ting ferdig. Derfor er det viktig å sette opp målinger basert på kundens- og prosjektets mål.

Hvilke aktiviteter/tiltak mener du kan bidra til en effektiv beslutningsprosess?

Ifølge informantene kan følgende tiltak bidra til en effektiv beslutningsprosess:

- Gode forberedelser
- Involverende planlegging
- Samle riktige beslutningstakere
- Bruk av BIM-modell
- Tydelig målsetning og agenda
- Fokus på kundens- og prosjektets mål
- Riktige målinger og analyser
- Roller og prosesser

Hvordan mener du VDC bør implementeres i Rambøll?

Alle informantene mener VDC bør integreres i eksisterende arbeidsmetodikk i Rambøll. Det bør implementeres gradvis i prosjekter med verktøy og teori utviklet og foreslått av personer som har testet og vet det gir merverdi. Med tilgang på de personene som vet hvordan det brukes slik at korrekt opplæring ligger til stede. Det må foreligge et underlag som forklarer hensikten med det, og veiledning som sier hvordan man skal implementere elementene i prosjektene basert på ulike parametere. På sikt bør det standardiseres, men samtidig være rom for å skaleres basert på type prosjekt.

Er det noe du mener jeg har glemt/utelatt å spørre om som det kan være hensiktsmessig å inkludere i arbeidet mitt?

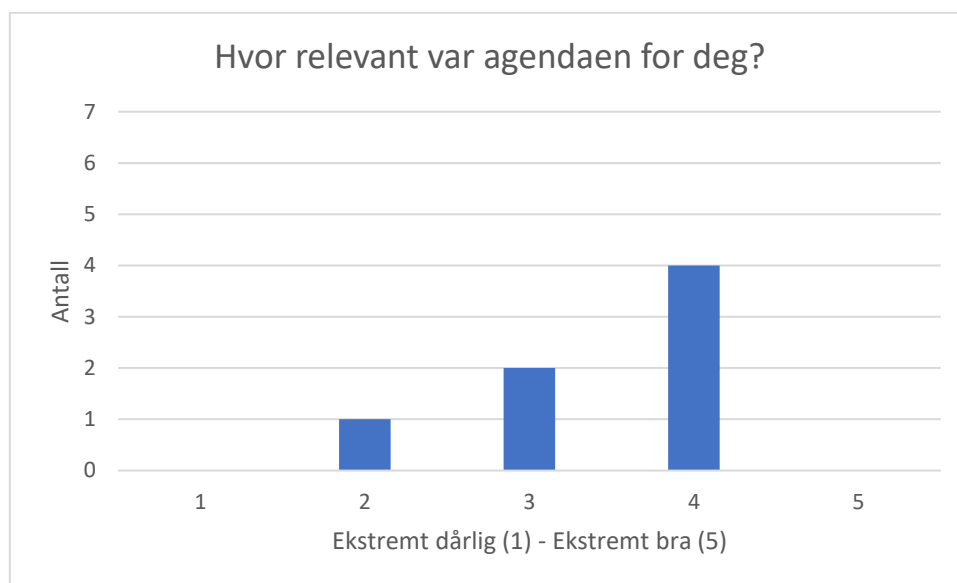
En av informantene mener det er helt essensielt at man gjennomfører planlegging og kartlegging av beslutningsprosessen som tas i et prosjekt. For disse beslutningene vil

være førende for de aktivitetene som må gjennomføres. Videre påpeker informanten at man definerer kundens mål, men også sine egne. Kobling mellom LPS og beslutninger er svært viktig for beslutningsprosessen. Bruke god og riktig tid med de riktige personene tidlig for å få gode mål, og oversette det til prosjektmål og sette det i et plan.

4.2 Spørreundersøkelse

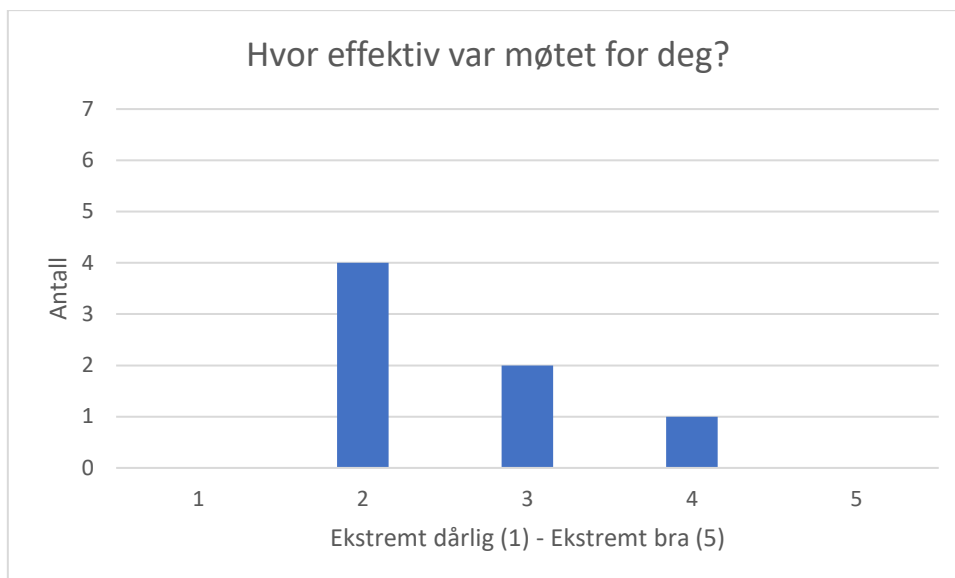
Som nevnt i delkapittel 2.5.1 er det gjennomført en spørreundersøkelse for å innhente empirisk data. I dette delkapittelet fremstilles resultatene fra spørreundersøkelsen som prosjektdeltakerne på Mortensrud Idrettsanlegg besvarte etter endt ICE-sesjon. Analysering av resultatene kommer i diskusjonskapittelet, kapittel 5.

Første spørsmål som ble stilt omhandlet relevansen i agendaen som ble sendt ut til prosjektdeltakerne i forkant av ICE-sesjon. Som vi ser av Figur 26 svarte de fleste at agendaen var relevant for de i en grad av 4, som tilsvarer 57% av den totale besvarelsen. Den gjennomsnittlige besvarelsen ligger i en grad av 3,43 av 5.



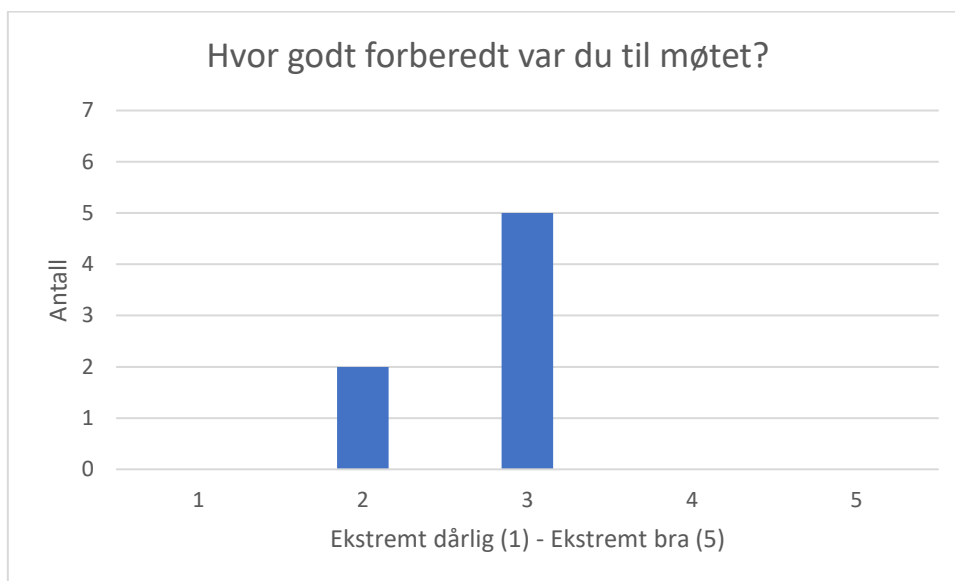
Figur 26: Resultat fra spørreundersøkelse, Spørsmål 1

Det andre spørsmål som prosjektdeltakerne besvarte omhandlet, hvor effektiv møtet var for hver enkelt. De fleste svarte at møtet var effektivt for de i en grad av 2, som tilsvarer 57% av den totale besvarelsen, se Figur 27. Den gjennomsnittlige besvarelsen ligger i en grad av 2,57 av 5. Undertegnende antok at graden vil være lav for dette spørsmålet basert på observasjon av ICE-møtene, og det stemte godt.



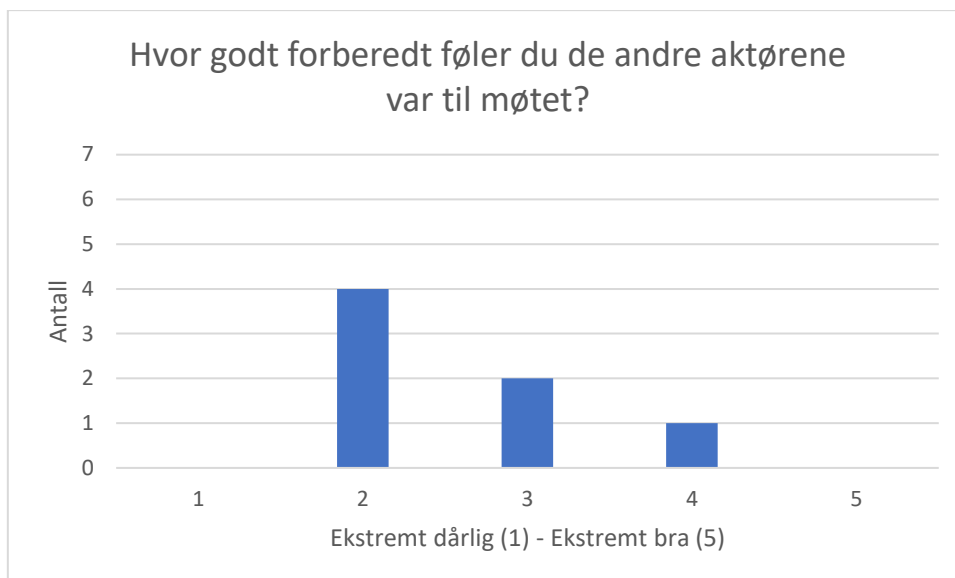
Figur 27: Resultat fra spørreundersøkelse, Spørsmål 2

En viktig faktor for et effektivt møte er forberedelser i forkant som tredje spørsmål omhandler om, se Figur 28. Spørsmålet var om deltakerne følte at de var godt forberedt til sesjonen, og 71% av deltakerne svarte i en grad av 3. Den gjennomsnittlige besvarelsen er i en grad av 2,71 av 5. Viktig å legge merke til at ingen svarte at de var godt forberedt i en grad av 4 eller 5.



Figur 28: Resultat fra spørreundersøkelsen, Spørsmål 3

Fjerde og siste spørsmål tok for seg også forberedelser, men her ble det spurt om hvor forberede deltakerne synes andre deltakere var. Flertallet svarte i en grad av 2, som er 57% av besvarelsene, se Figur 29. Den gjennomsnittlige besvarelsen er i en grad av 2,57 av 5.



Figur 29: Resultat fra spørreundersøkelsen, Spørsmål 4

4.3 Observasjonsstudie

Som nevnt i delkapittel 2.5 har oppdragsgiver Kultur- og idrettspark Oslo KF (KID) satt i gang et forprosjekt for idrettsanlegg på Mortensrud. Forprosjektet skal inneholde idrettsanlegg med utomhusanlegg og bygninger. Prosjektet ble valgt som en deltagende observasjon for å kunne finne utfordringer i prosjekteringsprosessen knyttet opp mot beslutninger, samt evaluere gjennomføringen av prosjekteringsmøtene i Rambøll. På grunn av budsjettet som foreligger, har det vært behov for å forenkle arbeidet slik at den er tilpasset prosjektets omfang og budsjett. Det er fordelt et totalt timeantall på hvert enkelt fag som er i henhold til kostnadsrammen. Dermed har det vært svært viktig å gjennomføre prosjekteringsmøtene effektivt og beslutninger tas til riktig tid, slik at fremdriftsplanen blir overholdt. I dette delkapittelet skal vi beskrive gjennomføring av prosjekteringsmøtene som undertegnende har observert. På grunn av anonymitet og mangel på samtykke er prosjektdeltakerne utelatt i bilder som er tatt og publisert i denne rapporten.

Gjennomføring av prosjekteringsmøte

I starten av prosjektet ble det sendt ut en møteserie innkalling som ble holdt hver onsdag, slik at disse ble lagt inn i hver deltakers kalender. Innkallingen inneholdt kun tidspunkt, varighet og sted hvor møte skulle holdes. For første møte ble agenda og deltakerliste sendt ut en uke i forkant. Videre planlegging og agenda ble fylt ut for neste sesjon i fellesskap, etter gjennomført sesjon. Dette ga deltakerne som var til stede mulighet til påvirke neste agenda, samt komme med et ønske om hvem som bør delta på neste sesjon. Deltakerne på prosjekteringsmøtene bestod vanligvis av byggherre, ulike rådgivere (elektro, ventilasjon, bæring, bygningsfysikk og brann), BIM-koordinator (der det var relevant), arkitekt og landskapsarkitekt. Prosjekteringsmøtene er inspirert av ICE-metodikken med samlokalisering. Under observasjonsstudiene av sesjonene som foregikk på hovedkontoret til Rambøll i Oslo, satt alle prosjektdeltakerne i et såkalt Big Room. Rommet bestod av en stor touchskjerm, samt bord og stoler plassert i en hestesko. På sesjonene som undertegnende observert ble det brukt 2D CAD-tegninger, og ikke BIM-modell. Som nevnt i delkapittel 2.5 er det begrenset bruk av modell for prosjektering og leveranse er på grunn av budsjett. Det ble sagt på et av sesjonene at

noen av deltakerne følte at det var vanskelig å følge med på hvor man var i bygget i enhver diskusjon som skapte misforståelser, noe undertegnende også erfarte.

Agendaen som ble sendt ut på e-post en uke i forvei inneholdt typiske punkter som:

- Overordnet agendapunkt
- Starttid for agendapunkt
- Varighet for agendapunkt
- Sentrale deltakere for agendapunkt

Den planlagte agendaen ble som regel overholdt, men det ble påpekt at det var utfordrende å overholde planlagt varighet. Tid som ble avsatt til de ulike agendapunktene ble bestemt avhengig av hvor omfattende aktiviteten var.

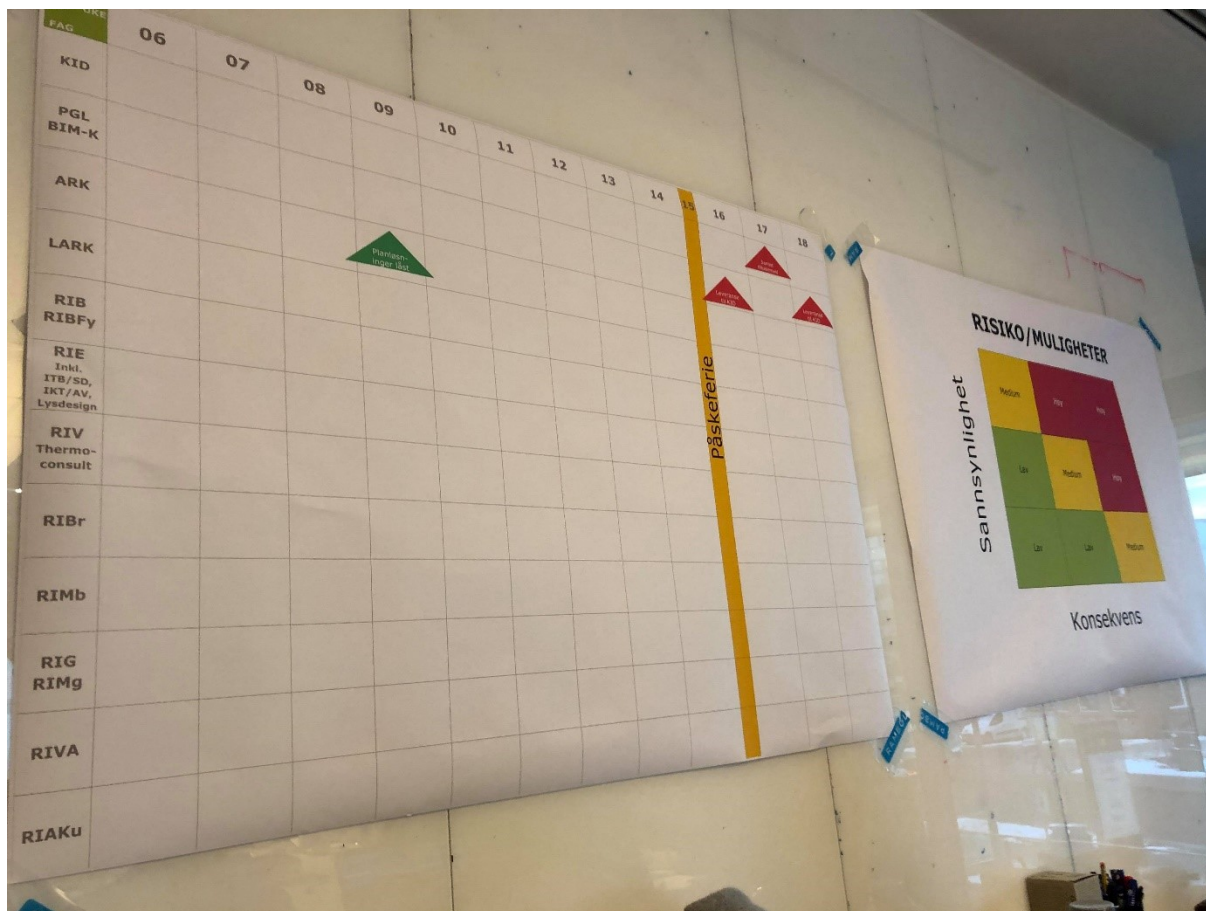
Kick-off møte

Før fase 3 ble det gjennomført et Kick-off møte som undertegnede deltok på. Som nevnt i delkapittel 2.5 omhandlet Fase 1 oppstart og kartlegging, Fase 2 omhandlet alternativs vurdering av friidrettshall, og Fase 3 omhandlet prosjektering for alle anlegg og fag.

Følgende agenda ble satt opp i kronologisk rekkefølge:

1. Organisasjon
2. Status
3. Informasjon
4. Mål
5. Premissdokumenter
6. Leveranse
7. Fremdrift
8. Visuell planlegging
9. Risiko og muligheter
10. Eventuelt

Det ble gjennomført en lappeteknikk for avklaringsplan. Det foregikk ved at det ble gitt post-it lapper med ulike farger, der de ulike fargene representerer de ulike fagene. Post-it lappene ble festet på en tavle, som viste de ulike fagene på Y-aksen, og ukene på X-aksen (se Figur 30). De ulike fagene skrev ned spørsmål som de ønsket å få svar på av et annet fag. Deretter stod hvert fag opp og leste spørsmålet høyt, hvem det var til, og når frist for avklaring. Videre ble det diskutert i fellesskap om fristen som ble satt var overkommelig. Mange av avklaringene ble satt opp i løpet av de to første ukene, og det var byggherre og ARK som fikk flest lapper. Lappene beskrev aktiviteten som skulle gjøres i løpet av den gitte tidsperioden. På prosjekteringsplanen var denne aktiviteten en leveranse av en prosjekterende eller en beslutning som skulle være tatt. RIB var vant med en LPS-metodikken med bakover-planlegging, hvor de satte lapper på seg selv for å komme i mål i forhold til milepælen som var satt.



Figur 30: Avklaringsplan

Et av utfordringene som undertegnede observerte var å få med alle prosjektdeltakere og motivere alle til å bruke verktøyene. Ved bruk av lappeteknikken ble det observert at mange av diskusjoene gikk ut av kontekst og var irrelevant for metodikken. Noe som satt fokuset bort fra målet med teknikken.

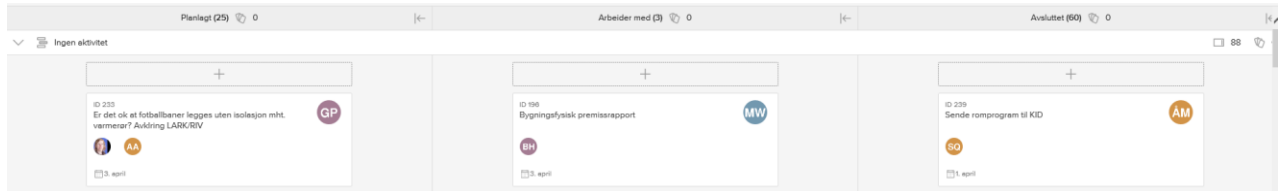
Sesjonsleder

I forbindelse med ICE-møtene, har det vært prosjekteringsleder fra Rambøll som har hatt rollen som sesjonsleder. Det innebærer å ha ansvar for å planlegge og lede sesjonene. Samtaler med prosjektdeltakerne under observasjonsstudiet viste seg at det fungerte bra å ha en som ledet sesjonene, opprettholdt fremdrift og informerte deltakerne. Likevel følte prosjekteringsleder at det å ha rollen som sesjonsleder i tillegg til andre arbeidsoppgaver har vært svært tidkrevende. Det har vært hovedårsaken til at prosjekteringsleder har hatt svært lite dialog og støtte til undertegnende.

Prosjekthotell

Planview Projectplace ble benyttet som prosjekthotell på Mortensrud Idrettsanlegg. Som nevnt i delkapittel kan man i Projectplace planlegge og organisere arbeid med deltakere utenfor organisasjonen. Her lå alle prosjektdokumenter, filer, informasjon om fremdrift og aktiviteter for prosjektet. Det ble sendt ut automatiske daglige rapporter som viser alle endringer som ble gjort på prosjekthotellet. Det kunne være endringer i forhold til aksjonsoppfølging, dokumenter som hadde blitt lagt til eller fjernet, og prosjektoversikt. Projectplace har en funksjon kalt *Tavle* (se Figur 31), hvor fagene kan legge inn avklaringer som de trenger av andre fag med frist. Fagene må oppdatere status til

"Arbeider med" når de har startet aktiviteten, og når de har fått den avklaringen de trenger kan de endre status til "Avsluttet". Hvis en ikke får avklaring og fristen utløper blir datoen markert med rødt, og prosjekteringsleder og de andre prosjektdeltakerne får en oversikt over hvilke aktiviteter som må prioriteres. Agendapunkter som ikke ble besluttet i prosjekteringsmøtene ble fulgt opp ved å lage oppgaver i Tavle.



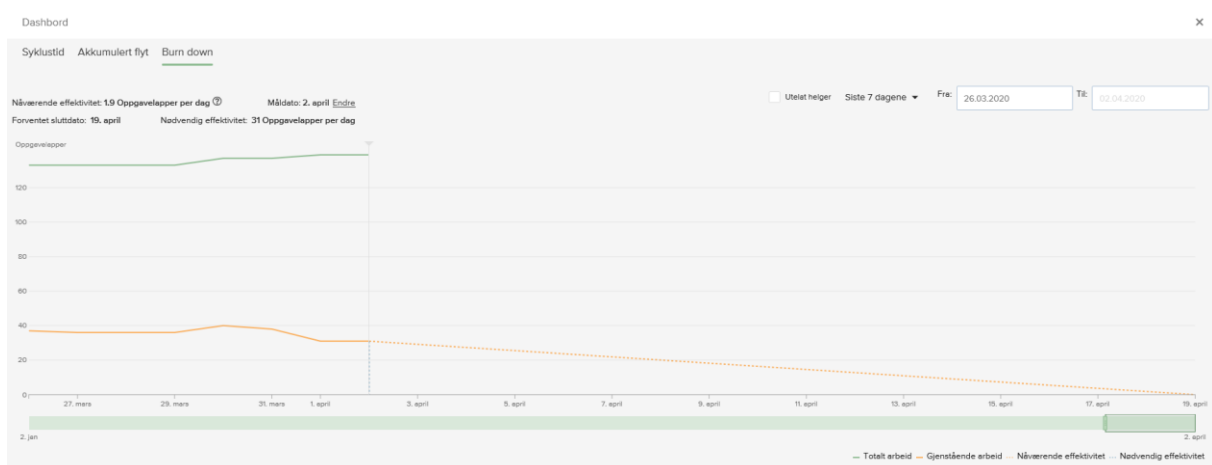
Figur 31: Tavle funksjon i Planview Projectplace

Det er en innebygd funksjon i Planview Projectplace, hvor prosjektdeltakerne får en total oversikt over hvilke oppgaver som er ferdige og hvilke som er forsinket, se Figur 32. Oversikten er basert på Tavle-funksjonen, og gir kun en oversikt over ferdige og forsinkende oppgaver. Den sier ingenting om hvilke oppgave som er forsinket, hvor mye den er forsinket, årsak eller konsekvens.



Figur 32: Oversikt over fullførte og forsinkede oppgaver i Planview Projectplace

Videre er det mulighet for å lage en grafisk fremstilling av det totale arbeidet som er lagt inn i Tavle-funksjonen, nåværende effektivitet og nødvendig effektivitet. Den nåværende effektiviteten viser hvor mange oppgavelapper som utføres i gjennomsnitt per dag for å nå avsatt milepel, mens den nødvendige effektiviteten viser hvor mange oppgavelapper som må utføres per dag for å kunne oppnå forventet sluttdato.



Figur 33: Grafisk fremstilling av arbeid og effektivitet

5 Diskusjon

Litteraturstudie, resultatene fra casestudiene og undertegnede erfaring har vist at byggebransjen er i en utviklingsfase, hvor det er behov for nye arbeidsmetoder og prosesser i lys av det digitale skiftet som skjer i BAE-næringen nå, med fokus på beslutningsprosessen. Prosjekter er preget av økt kompleksitet, informasjonsmengde og informasjonstilgjengelighet. Gode beslutningsprosesser krever bedre strukturering, kommunikasjonsprosess og informasjonsflyt (Øyen, 2019). Dette studiet har hatt som formål å *vurdere hvordan en implementering av VDC rammeverket kan effektivisere beslutningsprosessen med hovedfokus på målinger og ICE* som er to sentrale elementer i VDC. Med bakgrunn i problemstillingen er det utarbeidet tre forskningsspørsmål som oppgaven skal forsøke å besvare:

1. Hvilke utfordringer i en beslutningsprosess kan VDC rammeverket bidra til å løse?
2. Hvilke aktiviteter/tiltak kan bidra til en effektiv beslutningsprosess?
3. Hvordan kan bruk av ICE-sesjonsplan bidra til effektivisering av beslutningsprosessen?

I dette kapitlet skal vi diskutere hvert av forskningsspørsmålene. Diskusjonene er basert på resultatkapitlet, undertegnede erfaring og forankring av eksisterende litteratur.

5.1 Forskningsspørsmål 1

Når det gjelder *hvilke utfordringer i en beslutningsprosess VDC rammeverket kan bidra til å løse*, må vi først ta for oss hvilke utfordringer som foreligger og deretter diskutere hvordan VDC rammeverket kan bidra til å løse disse utfordringene. Som nevnt i kapittel 3.7 er det beslutninger som gir fremdrift i prosjektet. For å lykkes med store prosjekter er man avhengig av riktige beslutninger, til riktig tid, på riktig underlag (Brekhus, 2019). Prosjekteringsprosesser er iterative, og beslutningsunderlaget er preget av gjensidige avhengige aktiviteter, og prosjektinformasjon blir til når beslutninger fattes (Øyen, 2019). Som vi har beskrevet i kapittel 3.7.2 er prosessene for kommunikasjon og informasjonsflyt kritiske suksessfaktorer for gode beslutningsprosesser og en suksessfull prosjekteringsprosess.

I dette delkapitlet skal vi diskutere en rekke utfordringer knyttet til beslutningsprosesser i forbindelse med gjennomføring av prosjekteringsmøtene. En lite anvendelig teknologiske infrastruktur og prosess som prosjekthoteller, BIM, målinger, deltakelse av beslutningstakere og forberedelser er sett på som en av de sentrale utfordringene.

Prosjekthotell og kommunikasjonsplattform

På caseprosjektet på Mortensrud Idrettsanlegg ble det observert utfordringer knyttet til prosjekthotellet, *Planview Projectplace* som ble benyttet. Som nevnt i delkapittel 4.3 kan man i Projectplace planlegge og organisere arbeid med deltakere utenfor organisasjonen. Her lå alle prosjektdokumenter, filer, informasjon om fremdrift og aktiviteter for prosjektet. Det var byggherre som overleverte prosjekthotellet til prosjektgruppen, og det ble nevnt på første prosjekteringsmøte at prosjekthotellet var ustrukturert når den ble overlevert fra byggherre. Det var delt inn i for få mapper, og mange av dokumentene

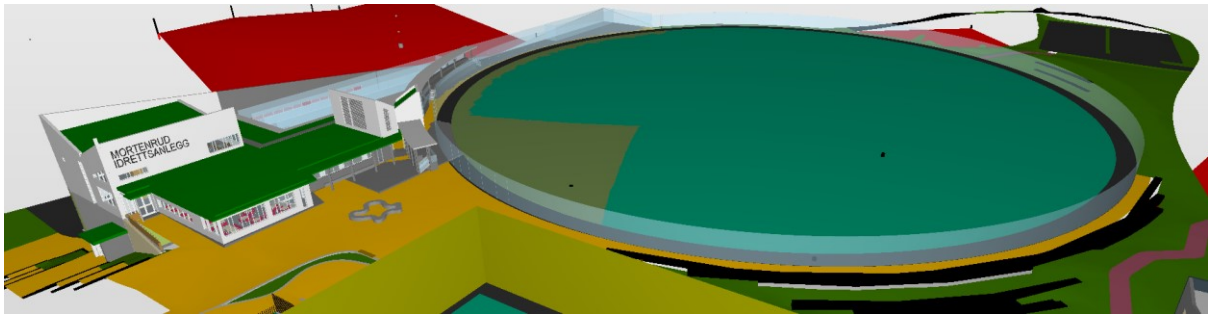
var plassert på ulogiske plasser, som gjorde det vanskelig å finne frem. Funnene i denne rapporten har vist at det er spredning i respondentenes erfaring knyttet til deres opplevelse av om prosjekthotellet var velfungerende som informasjonsdeling- og beslutningsplattform, og at det er svært avhengig av prosjekthotellets struktur og kompleksitet. Dette støtter opp Langlo (2010) argument om at informasjonsstrukturering og tilgjengelighet er viktig for en effektiv kommunikasjon som er kritisk for en suksessfull beslutningsprosess. Et av spørsmålene i intervjuguiden omhandlet hvilken erfaring intervjuobjektene har med bruk av prosjekthotellet. En av intervjuobjektene har brukt en rekke verktøy som fungerer til sitt formål, men har fortsatt som mål å finne det optimale verktøy. Informanten påpeker at det kan bli mange verktøy og systemer å forholde seg til for prosjektledere og det er viktig å standardisere virksomhetsarkitekturen, noe som er høyt på dagsorden i Rambøll. Videre ble alle møterefoter sendt på e-post gjennom Microsoft Outlook, og som nevnt i delkapittel 4.3 inneholdt møterefoteret følgende punkter:

- Agendapunktene
- Når og hvor møtet ble holdt
- Hvem som var til stede
- Hvem som ikke var til stede
- Hva som ble diskutert og besluttet
- Tid, og sted for neste møtet

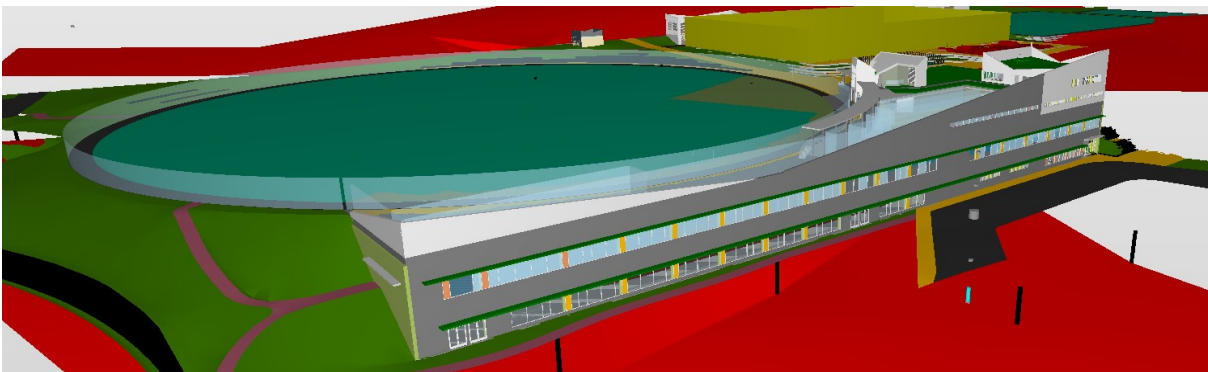
Undertegnede har erfart at mange arbeider med flere prosjekter samtidig, og det kan fort bli mange e-poster som gjør det vanskelig å holde oversikt over hva som er besluttet og hva som må jobbes videre med når møterefoteret inneholder alt som har blitt diskutert i møtet. Det er derfor viktig å ha god informasjonsflyt og strukturere samtidighet av tilgjengelig informasjonen som også ble påpekt som et viktig tiltak av intervjuobjektene for å effektivisere beslutningsprosessen. Noen av dokumentene som blant annet kostnadsberegninger av prosjektet ble lastet opp på Microsoft Teams som er en annen kommunikasjonsplattform. Prosjektering (2020) anbefaler å sikre tilgang og effektiv kommunikasjon ved bruk av en felles Web-hotell hvor hele prosjektets korrespondanse og kommunikasjon foregår. Dersom det brukes flere kommunikasjonsplattformer, og dokumenter blir lagret på forskjellige steder kan det føre til dårlig informasjonsflyt og tilgjengelighet som medfører at nødvendig informasjon ikke blir formidlet til deltakerne. I følge Prosjektering (2020) er det viktig at alt samles på et sted som gjør det enkelt for alle prosjektdeltakere og delta på de ulike prosessene.

Prosjekteringsmøtene

Prosjekteringsmøtene på Mortensrud Idrettsanlegg var ikke en fullverdig ICE-sesjon. ICE-metodikken er et sentral element av VDC, og består av tre viktige elementer: BIM, prosessdesign og målinger (Fischer et al., 2017). BIM er verktøyet for visualisering og samhandling, se kapittel 3.3 for mer om BIM. VDC stiller krav til god kommunikasjon og samarbeid i prosjekteringsgruppen (Rekola et al., 2010). På ICE-sesjonene som undertegnede observerte ble det brukt 2D CAD-tegninger, og noen tegninger var skrevet ut i papirformat, og ingen BIM-modell. Det ble sagt at det var vanskelig å følge med på hvor i bygget man var i enhver diskusjon. Det var flere som deltok gjennom videomøte, og som ikke fikk med seg papirtegnningene etterfulgt av diskusjoner. Figur 35 og Figur 35 viser BIM sammenstillingsmodell av Mortensrud Idrettsanlegg i fugleperspektiv, hvor det grønne feltet viser cricketbanen. Modellen er tatt med her for å vise bygget i helhet og at det var utarbeidet en BIM-modell på det tidspunktet prosjekteringsmøtene foregikk, og kunne med fordel her vært benyttet i sesjonene.



Figur 34: BIM - Sammenstillingsmodell av Mortensrud Idrettsanlegg sett i fugleperspektiv – Del 1



Figur 35: BIM – Sammenstillingsmodell av Mortensrud Idrettsanlegg sett i fugleperspektiv – Del 2

Prosjektet er relativt komplisert, og er et godt eksempel på at uten BIM ville det vært vanskelig å se bygget i helhet. Som nevnt tidligere er BIM et verktøy som kan føre til bedre kommunikasjonsflyt mellom prosjektdeltakerne. Undertegnende har observert gjennom arbeidserfaring og litteraturstudie i denne rapporten at BIM-modellen blir brukt i ICE-sesjonene for bedre planlegging, økt kommunikasjonsflyt og mindre misforståelser. Dersom det hadde blitt brukt en felles 3D-modell på tidlig stadiet i caseprosjektet hadde det bidratt til at prosjektdeltakerne kan skape en felles visjon om bygningen og dens funksjoner samt et felles mål. Fischer et al. (2017) påpeker at naturlige visuelle VDC-modeller gjør innholdet i hver modell mye mer tilgjengelig enn de er i tradisjonelle statiske papirbeskrivelser. Konkret synes de fleste aktører at interaktive 3D-modeller er langt mer forståelig enn statisk 2D-tegninger. Tiden det tar å få en forklaring og beslutning reduseres fra dager til sekunder ved implementering av 3D-modeller, fordi modeller kan undersøkes med hensyn til hverandre. Denne teorien samsvarer med resultatet fra intervjuene som viser at ICE, BIM og målinger er tre sentrale elementer som intervjuobjektene mener forbedrer prosjektene. Informantene mener bruk av BIM fører til mer åpenhet rundt designet til enhver tid som gir bedre beslutningsgrunnlag enn tradisjonelle prosjekter. Som nevnt arbeider vedkommende i et prosjekt som ikke benytter seg av disse elementene, og føler at fremdriften virker uorganisert og at ingen ønsker å ta ordentlig ansvar. Dette fører til mer arbeid for prosjektleder å følge opp, og for å sikre en god fremdriftsplan.

En positiv erfaring vedrørende sesjonsplanleggingen var tilpasning av hvert enkelt prosjekteringsmøte i forhold til agenda og deltakerliste. Det ble likevel observert utfordringer knyttet til sesjonsplanleggingen. Blant annet ble det observert at prosjektdeltakerne ikke var forberedt nok til å kunne ta beslutninger, som er et av

suksessfaktorene for å lykkes med en god beslutningsprosess. Denne observasjonen samsvarer godt med besvarelsene på spørreundersøkelsen og intervjuene. To av spørsmålene som ble stilt på spørreundersøkelsen omhandlet prosjektdeltakernes forberedelser i forkant av sesjonene. Resultatet viser at de føler seg forberedt i en grad av 2,71 av 5, og føler at de andre aktørene var forberedt i en grad 2,57 av 5. Informantene mener at prosjektdeltakere som ikke er forberedt er en av de største utfordringene i en beslutningsprosess. Videre blir det påpekt at jo flere personer som må involveres desto tyngre blir prosessen og det tar dermed lengre tid. Hermundsgård (2015) påpeker at hensikten med sesjonsplanleggingen er å gi en beskrivelse av målsetning og agenda for sesjonen, og hvilke forberedelser som kreves fra den enkelte disiplin i forkant av sesjonen. I tillegg er det viktig å identifisere faglige grensesnitt og avhengigheter, samt avklaringer som må komme på plass. Undertegnende følte at noen av agendapunktene ikke var beskrevet detaljert nok til å forstå målsetningen for møte, hvilke beslutninger som måtte tas, og til at hver enkelt disiplin kunne sette opp sine egne forberedelser. Når det gjelder relevansen i agendaen scoret den relativt høyt basert på spørreundersøkelsen. Den gjennomsnittlige besvarelsen ligger i en grad på 3,43 av 5. Det kommer trolig av at sesjonsplanen var tilpasset hvert enkelt prosjekteringsmøte i forhold til agenda og deltakerliste.

Beslutningsprosessen

Ved observasjonsstudiet ble det lagt merke til at det ikke ble brukt nødvendig tid til noen av agendapunktene som førte at det ikke ble tatt beslutninger. Videre ble det observert at ikke alle nøkkelpersoner var til stede som medførte mindre tid brukt på noen av punktene, og beslutninger ble utsatt til neste møte. Nøkkelpersonene var de som hadde beslutningsmyndighet eller nødvendig kompetanse for det aktuelle agendapunktet. Observasjonen samsvarer godt med intervjuobjektene erfaring om mangel på riktig beslutningstakere, og som oftest vet man ikke årsaken til det. En av informantene mener at det er avhengig av prosjektformen, og kunden. De rette beslutningstakerne er i stor grad til stede når det er en stor entreprenør for de vet hva prosessen innebærer. I de større offentlige sakene, hvor det er mange som er involvert er det mer utfordrende. Ifølge informantene er det viktig å legge til rette for at riktige beslutningstakere er til stede når man planlegger en VDC-prosess. Dette samsvarer med Hermundsgård (2015) teori om at det er nyttig at en representant fra oppdragsgiver også er tilstede i sesjonene, for å kunne diskutere alternativer og få retning og beslutninger tidlig. Det gjør at representanten må kunne ha myndighet til å uttale seg, og være interessert i å delta i diskusjonene. Før en slik deltakelse anbefaler Hermundsgård (2015) å ha en forventningsavklaring knyttet til rolle og oppgaver i sesjonene.

Riktig kompetanse er viktig for å kunne gjøre vurderinger og kunne ta gode beslutninger. I flere anledninger ble det observert at det manglet nødvendig kompetanse for de ulike agendapunktene. Et eksempel på det var når BIM-koordinator på prosjektet stilte ARK spørsmål vedrørende nullpunkt og rotasjon av BIM-modell. ARK manglet kunnskap om BIM, og de hadde en egen BIM-ekspert i selskapet som kunne besvare spørsmål fra BIM-koordinator. Det har vist seg at det som gjerne gir lang tid i prosjekter, er ventetiden mellom fagene. Ved å parallellisere arbeidet, og inkludere de rette beslutningstakerne, er det mulig å forkorte prosjektets gjennomføring (Hermundsgård, 2015). Som nevnt i delkapittel 3.7 er det beslutninger som gir fremdrift i prosjektet. For å lykkes med store prosjekter er man avhengig av riktige beslutninger, til riktig tid, på riktig underlag (Brekkehus, 2019). Likevel tyder det på at prosjekteringsmøtene på Mortensrud Idrettsanlegg har hatt nytte av samlokalisering som er essensielt for ICE-metodikken. Et av spørsmålene i intervjuguiden omhandler hva en ICE-sesjon er for informantene. En

ICE-sesjon var for de en målbevisst arbeidssesjon, hvor man samler utførende og de riktige beslutningstakerne til riktig tid slik at man går fra en ICE-sesjon og har løst noe. Prosjektering (2020) påpeker at ved samtidig prosjektering søkes viktige beslutninger tatt i samme rom, og av de rette beslutningstakere. I tillegg må det legges til rette for samarbeid og et effektivt beslutningsklima for å sikre et godt gjennomført prosjekt.

Det er utfordringer knyttet til ulike faser i et prosjekt, se delkapittel 3.7.1.

Caseprosjektet Mortensrud Idrettsanlegg har vært i tidligfase, og det ble observert at det var stor usikkerhet rundt løsninger, og at det var begrenset med informasjon fra prosjektdeltakerne. Dette stemmer godt overens med Sunnevåg (2007) & Nodes (2020) uttalelse om at det er i de tidlige fasene av et prosjekt at mest verdi står på spill, de største avgjørelsene skal tas, men samtidig da usikkerheten er størst, muligheten for påvirkning er størst, og informasjonsgrunnlaget er mest begrenset. Når det gjelder hvilke utfordringer som foreligger i en beslutningsprosess når prosjektet er i tidligfase, mener intervjuobjektene at det er knyttet til at man ikke klarer å se de løsningene man skal ha flere år frem i tid. Kunden har vanskeligheter med å være sikre på at de løsningene og målene man setter seg i tidligfase reflekterer der hvor oppdragsgiver og sluttbrukere er i sin prosess. Intervjuobjektene erfarer at de viktigste beslutningene tas i tidligfase, og det er i denne fasen man skaper størst verdi for minst penger. Videre påpeker informantene at det er for mange usikkerheter, og åpne muligheter i tidligfase. En typisk utfordring i tidligfase er å fastsette prosjektforutsetningene, og som er tidkrevende.

Videre påpeker Sunnevåg (2007) at beslutningsunderlagets godhet er avgjørende for beslutninger, og erfaring tilsier at beslutningstakere ofte stiller lave krav til beslutningsunderlaget. Et godt beslutningsunderlag har sammenheng med gode forberedelser. I følge Nodes (2020) øker sannsynligheten for at det foretas riktige valg og at det blir lagt til rette for effektive gjennomføring der risiko og usikkerheter kan håndteres på en forsvarlig måte når det foreligger et godt beslutningsunderlag. De sentrale elementene i VDC fokuserer på gode forberedelser som sørger for et godt underlag når det en beslutning tas. Selv om det foreligger et godt beslutningsunderlag viser studier at mange beslutninger i større grad påvirkes av beslutningstakers intuisjon og egne erfaringer enn fakta og analyse (Henden, 2004, Minzberg 2000). I følge Sunnevåg (2007) kan intuisjon gi gode og raskere beslutninger enn rasjonell analyse. Effektiv intuisjon innebærer som ofte mange års erfaring og analyse i kombinasjon. Dermed kan beslutningsprosessen påvirkes direkte ved prosessstyring ved å fokusere på de aspektene ved et prosjekt som kan administreres.

Som nevnt i delkapittel 3.1 er et av hovedelementene i VDC, prosessstyring med fokus på Produkt-Organisasjon-Prosess (POP-modellen). En implementering av POP-modellen gir prosjektgruppen mulighet til å identifisere hvordan endring i produkt, organisasjon og prosess vil påvirke prosjektet som helhet (Khazode et al., 2006). Et mål for POP-modellen er å lage eksplisitte modeller av de aspektene ved et prosjekt som en prosjektleder kan administrere. Som nevnt kan en prosjektleder kontrollere tre faktorer, utforming av produktet som skal bygges, utformingen av organisasjonen som gjør designet og prosjekteringsprosessen som organisasjonen følger (Kunz and Fischer, 2012). Man definerer deltakernes ferdigheter og ansvar ved å fokusere på utformingen av organisasjonen (Fischer et al., 2017). En implementering av VDC muliggjør en stor endring i oppførselen til prosjekteringsprosessen ved at den reduserer beslutningsforsinkelsene, eller tiden mellom å stille et spørsmål og informasjon med tilstrekkelig kvalitet til at den brukes til å ta en beslutning.

Funnene fra litteraturstudie viser at det er mange hindringer for å optimalisere beslutningsprosessen, og flere av punktene reflekteres i observasjonsstudie og intervjuene. Punktene som har blitt nevnt (Prosjektering, 2020):

- Dårlig organisering i selskapet: Manglende effektiv beslutningsprosess og definert prosess i prosjektets design, innkjøp og byggefaser. Organisasjonen evner ikke å oppnå den hastigheten og skalerbarheten som kreves
- Utilstrekkelig kommunikasjon og samarbeid
- Manglende, ufullstendig eller feilaktig informasjon
- Sakens kompleksitet, klarer ikke å få oversikt eller forstå kompleksiteten
- Den menneskelige evne til å tolke og bearbeide informasjon
- Den menneskelige tilbøyelighet til å ta en beslutning lenge før de vil innrømme det, selv om beslutningsunderlaget er svært mangelfullt
- Den tiden som er tilgjengelig for beslutningsprosessene
- Beslutningstakers ulike preferanser når det gjelder å nå organisasjonens mål
- Manglende vilje til å ta beslutning, basert på ønske om å forplikte seg, vente på nye muligheter eller behov for å "dekke ryggen"

Som beskrevet i delkapittel 4.1 mener intervjuobjektene at VDC rammeverket kan bidra til å løse utfordringer i en beslutningsprosess ved at man får mer bevissthet på å samle riktige beslutningstakere, større tilhørighet og eierskap til prosjektet ved involverende planlegging. Samtidighet av tilgjengelig informasjon som kan effektivisere beslutningsprosessen. At man har fått nok informasjon til å ta en beslutning, gjør at de som skal ta en beslutning føler seg trygge på at de kan ta det i sesjonen. God planlegging av når disse beslutningene skal tas. Det som går på produksjon og Last Planner System at man tidlig i prosjektet ser når beslutninger må tas, og hvilke sesjoner vi må gjennomføre for å kunne ta nødvendig beslutning. Da kan man planlegge sesjoner for hele prosjektet og få en oversikt over prosjektforløpet, hvilke beslutninger som skal tas og når, og dermed forberede seg. Videre mener intervjuobjektene at VDC-rammeverket kan bidra til å løse utfordringene i en beslutningsprosess ved at man har større fokus på kundens mål som påvirker prosjektets mål, og hva sluttbrukerne og kunden skal ha ut av prosjektet. Prosjektet brytes ned i prosjektmål, som igjen er brutt ned i arbeidspakker som skal løses via ICE-sesjoner og LPS. I tradisjonelle prosjekter er det ikke alltid like lett å ha oversikt over kundens- og prosjektets mål ifølge informantene. Videre blir det påpekt at BIM er svært viktig, og hvis man ikke har et BIM-prosjekt i dag reduserer man muligheten til å ta riktige beslutninger.

Målinger og kontinuerlig forbedring

Som nevnt i kapittel 1.1 har den norske byggenæringen hatt en nedgang i produktiviteten på 10% siden år 2000 (Thodesen, 2018). Som svar er flere metoder blitt introdusert for å løse dette problemet. Målinger som er et sentralt element i VDC, er et av de foreslåtte metodene som mange norske entreprenører har begynt å implementere i prosjektene sine for å forbedre prosjekteffektiviteten (Fosse et al., 2017); (Knotten and Svalestuen, 2014). Ikke bare er målinger viktig for å evaluere prosjektets suksess, men kan også bli brukt for kontinuerlig forbedring (Fischer et al., 2017). Observasjon- og dokumentstudie viser at det er brukt svært lite målinger på caseprosjektet Mortensrud Idrettsanlegg. Undertegnende antar at det har sammenheng med prosjektets stramme budsjett og timeforbruk. Med stram budsjett, er en naturligvis avhengig av å optimalisere timeforbruket, og bruke kun timer på det absolutt nødvendige. Tidsbegrensningen var blant annet årsaken til at prosjektleder i Rambøll ikke benyttet seg av ICE-sesjonsplanen som verktøy. ICE-sesjonsplan blir beskrevet nærmere i delkapittel 5.3. Prosjektlederen

hadde ikke kapasitet til å følge opp malen, og følte at det krevde mye tid. Tross det stramme budsjettet ville prosjektet trolig hatt nytte av målinger for evaluering av prosessen underveis.

Målingene som ble observert var i forbindelse med aksjonsoppfølgingen på prosjekthotellet. Som nevnt i delkapittel 4.3 ble alle beslutninger som ikke ble tatt på prosjekteringsmøtene lagt inn som en aksjon på prosjekthotellet, se Figur 31. Prosjektdeltakerne kunne få en totaloversikt over hvilke oppgaver som er ferdige og hvilke som er forsinket, se Figur 32. Oversikten er basert på Tavle-funksjonen, og gir kun en total oversikt over ferdige og forsinkende oppgaver. Den sier ingenting om hvilke oppgaver som er forsinket, hvor mye den er forsinket, årsak og konsekvens. I følge Ballard and Howell (2004) bør man identifisere årsakene til hvorfor arbeidsoppgavene ikke ble utført som planlagt for å oppnå kontinuerlig forbedring. Når man har fokus på å forstå problemet, kan en gå i dybden og finne rotårsaken.

Ballard and Howell (2004) påpeker at mange av årsakene man identifiserer er kontrollerbare. De kontrollerbare faktorene, er faktorer som en prosjekterende eller leder kan kontrollere. Vi har tidligere påpekt at det er viktig å identifisere faktorene som ikke fungerer optimalt for at et prosjekt skal være oversiktlig (Fischer et al., 2017). Fischer et al. (2017) påpeker at uten målinger og kontrollerbare faktorer vil man ikke oppdage problemer i tide til å gjøre endringer for å sikre bedre utfall. Figur 15 viser at man definerer målingene og de kontrollerbare faktorene basert på kundens- og prosjektets mål. Resultatet fra intervjuene tyder på at bransjen har fortsatt mer å gå på når det gjelder etablering av målinger med kunde. De fleste av intervjuobjektene hadde svært lite erfaring med etablering av målinger med kunde, og mer erfaring med å etablere mål for prosjektet. En av informantene har opprettet målinger sammen med kunde basert på prosjektets mål. Et av årsakene til at samtlige ikke har etablert målinger med kunde er fordi de fleste målinger er allerede opprettet av rådgiver på grunn av at kunde har begrenset kunnskap, tid og anledning til å bidra. Ifølge en av informantene er det ikke uvanlig at man oppdager at man har bommet på det kunden har etterspurt etter at man har gjort oppgavene ferdig. Derfor er det viktig å sette opp målinger basert på kundens- og prosjektets mål som et viktig tiltak for å sikre bedre utfall for beslutningsprosessen.

5.2 Forskningsspørsmål 2

I forrige delkapittel har vi sett på hvilke utfordringer som foreligger basert på resultatene fra intervju, spørreundersøkelsen, observasjon- og litteraturstudie og undertegnede erfaring. I dette delkapittelet skal vi beskrive ulike *aktiviteter/tiltak som kan bidra til en effektiv beslutningsprosess*.

Tiltak for en effektiv ICE-sesjon

Som nevnt i kapittel 2.4.5 var ikke prosjekteringsmøtene i casestudie en fullverdig ICE-sesjon. ICE-metodikken er et sentral element av VDC, og består av tre viktige elementer: BIM, prosessdesign og målinger (Fischer et al., 2017). Utfordringene som ble diskuterte i forrige delkapittel i forbindelse med prosjekteringsmøtene var blant annet knyttet til:

- Manglende forberedelser
- Manglende beslutningsunderlag
- Bruk av 2D CAD-tegninger, og ingen BIM-modell
- Misforståelser og dårlig informasjonsflyt

- Lite utfyllende agenda- og avklaringspunkter
- Mangel på riktig beslutningstakere
- Mangel på riktig kompetanse
- Tidsbegrensning på noen av agendapunktene

Bruken av ICE bidrar til at BIM-arbeidet kan effektiviseres gjennom at man ikke jobber sekvensielt med tverrfaglige avklaringsmøter, men heller sikter på å jobbe samtidig i arbeidssesjoner (Hermundsgård, 2015). Som nevnt tidligere er en viktig faktor for å få ICE til å fungere som en effektiviseringsmetode, er deltakelse av beslutningstakere. Det har vist seg at det som gjerne gir lang tid i prosjekter, er ventetiden mellom fagene. Ved å parallellisere arbeidet, og inkludere de rette beslutningstakerne, er det mulig å forkorte prosjektets gjennomføring (Hermundsgård, 2015). Erfaringer fra både olje og gass samt bygg og anlegg gir gode resultater innen kvalitet, tid og risiko ved bruk av ICE.

Hermundsgård (2015) beskriver flere nøkkelpunkter for suksess av ICE-metodikk:

- Forankring og kunnskap i organisasjonen
- Trening og opplæring
- Tidlig sesjonsplanlegging
- God forberedelse av sesjonene
- Tydelig gjennomføring av sesjoner
- Kontinuerlig forbedring

Når det gjelder hvilke aktiviteter og tiltak som kan bidra til å effektivisere prosjekteringsmøtene, er anbefalingene basert på Hermundsgård (2015) retningslinjer for en god ICE-sesjon, beskrevet i delkapittel 3.4:

- Varighet ikke kortere enn to timer, og maks fire timer
- Sesjoner som krever lengre enn fire timer bør ha god regi på sesjonene, godt med pauser og mye tid til arbeid
- I forkant av sesjonene skal hver enkelt disiplin få tilsendt sine forberedelsesaktiviteter
- På grunn av behovet for forberedelse, vil det normalt ikke være mulig å gjennomføre mer enn en arbeidssesjon per uke
- Utvikle sesjonsplanmaler som viser hvilke deltakere som bør delta, hvilke forberedelser som bør gjøres i forkant, og hvilke leveranser som bør være resultatet av sesjonen

Som nevnt var et utfordringene manglende forberedelser i forkant av møtene. Hermundsgård (2015) påpeker at det er nyttig å gi deltakerne informasjon om hva som må være forberedt i forkant av arbeidssesjonen for å sikre oppnåelse av målsetting. I tillegg til å gi deltakerne informasjon er det viktig å vurdere hvem som må delta i sesjonen, og se deltakerne opp mot målet for hver enkelt ICE-sesjon. De som deltar er enten interessenter i problemstillingen eller beslutningstakere, internt eller eksternt. Det bør derfor gjøres tiltak som for eksempel at prosjektleder sender ut forberedelsesaktiviteter til deltakerne i forkant av sesjonene slik at de kan forberede tilstrekkelig beslutningsunderlag til møtet. For å sende ut en slik forberedelse, vil det trolig avhenge av prosjektleders kompetanse på det aktuelle fagområdet, og det må derfor gjøres en fortløpende vurdering om prosjektleder har behov for bistand fra andre deltakerne.

Flere av aktivitetene og tiltakene Hermundsgård (2015) anbefaler samsvarer godt med anbefalingene til intervjuobjektene, som for eksempel god forberedelse i forkant, tydelig målsetting og agenda, riktig beslutningstakere til stede og tilstrekkelig beslutningsunderlag. Likevel påpekes det at man ikke skal legge for mye jobb i beslutningsunderlaget, men nok til at man kan ta riktig beslutning. En av informantene har opplevd at BIM-modellen er for detaljert i forhold til nivået man skal ta beslutning på, og utfordringen med det er at det er tidkrevende. Ved bruk av VDC påpeker informanten at det er mer fokus på hvilke nivå modellen skal være på i de forskjellige beslutningspunktene. Flere av informantene anser definerte roller som en viktig faktor for en effektiv ICE-sesjon. Hvem som skal lede møte, hvem som skal styre BIM-modellen, hvem som skal være teknisk støtte hvis noe går galt og kommunisere dette til prosjektdeltakerne.

Kick-off møte

I casestudie ble det gjennomført et kick-off møte for at prosjektdeltakerne skulle bli kjent med prosjektet og hverandre, noe som anbefales (Prosjektering, 2020). Hensikten med et slikt møtet er å sørge for at alle prosjektdeltakerne starter med samme utgangspunkt ved å skape en felles forståelse og oversikt over prosjektet. Tilordne oppgaver er svært viktig for prosessen, slik at møtereferatet for kick-off møtet bør inneholde informasjon om gjøremål, forfallsdato, og ansvarlige parter (Eliza, 2009). Dersom noen av prosjektdeltakerne ikke kan overholde frister, spesifikasjoner, eller andre viktige mål ved prosjektet, bør det tas opp i kick-off møtet. Videre anbefales det å sikre tilgang og effektiv kommunikasjon ved bruk av felles Web-hoteller hvor hele prosjektets korrespondanse og kommunikasjon foregår. Her samles alt på et sted som gjør det enkelt for alle prosjektdeltakere og delta på de ulike prosessene (Prosjektering, 2020).

Implementering av BIM og Lean

Et av utfordringene knyttet til bruken av 2D-tegninger, og ikke en BIM-modell var at prosjektdeltakerne syntes det var vanskelig å følge med på hvor i bygget man var i enhver diskusjon. Det var flere som deltok virtuelt på Skype, og som ikke fikk med seg papirtegnene etterfulgt av diskusjoner. Vi har tidligere nevnt at BIM er et av hovedelementene i VDC som er en metode å digitalisere informasjon på, og omhandler å utvikle samhandling i byggeprosessen på nye måter. BIM brukes om prosjektering hvor det benyttes 3D-modeller til å hente ut informasjon i tegninger. En slik virtuell modell kan benyttes til å samle informasjon og opplysninger under hele byggeprosessen fra planleggingsstadiet, under bygge- tiden og gjennom hele byggets livsløp. VDC stiller krav til god kommunikasjon og samarbeid i prosjekteringsgruppen (Rekola et al., 2010). Som nevnt tidligere er BIM et verktøy som kan føre til bedre kommunikasjonsflyt mellom prosjektdeltakerne. Undertegnende har observert gjennom arbeidserfaring og litteraturstudie i denne rapporten at BIM-modellen blir brukt i ICE-sesjonene for bedre planlegging, økt kommunikasjonsflyt og mindre misforståelser. Bruk av en felles 3D-modell på tidlig stadiet bidrar til at prosjektdeltakerne kan skape en felles visjon om bygningen og dens funksjoner samt et felles mål for prosjektet (Khanzode et al., 2006). Ved oppstart av alle prosjekter bør det settes klare krav til bruk av BIM-modell, og detaljeringsnivå som kan brukes som beslutningsunderlag. Hovedårsaken til at det er begrenset bruk av modell på Mortensrud Idrettsanlegg er det stramme budsjettet som foreligger. Det bør stilles krav til byggherre fra rådgivernes side allerede i tilbudsfasen. Kravene bør inneholde spesifikk informasjon om bruk av modeller, og hvilken detaljeringsgrad som stilles til de ulike aktørene for å få gjennomført et vellykket prosjekt.

Vi har i delkapittel 3.1 beskrevet at VDC bygger på Lean-tankegang ved å rette fokus på hva som tilfører verdi til et prosjekt, og minimerer aktiviteter som ikke tilfører prosjektet verdi samt tidlig involvering av aktører (Koskela et al., 2002). Ifølge Haaland (2012) er VDC en arbeidsmetodikk for bruk og håndtering av tverrfaglige modeller for å fremme og støtte prosjektets formål, verdi og suksesskriterier. VDC har som hensikt å optimalisere BIM ut fra formål og bruksområder, og veileder prosjektene i bedre tverrfaglig samhandling i prosjekteringen (Haaland, 2012). Studier har vist at det er mulig å utnytte BIM i prosjektene enda bedre, og tror også at prosjekteringsprosessen kan bli mer effektiv hvis de samarbeider om å utvikle modellen i prosjekteringsmøtene (Olsen, 2015). Tjell (2010) påpeker at BIM ikke vil nå sitt potensial uten å implementere Lean Construction. Lean fokuserer på tidlig involvering av aktører som er en nødvendig tiltak for at BIM skal bli best utnyttet (Koskela et al., 2002).

Evaluering og kvalitetssikring av prosessen

Hermundsgård (2015) hevder at det bør iverksettes tiltak, hvor ICE-metodikken evalueres kontinuerlig som grunnlag for forbedring i metoden og i opplæringsmateriellet. Det er anbefalt å gjennomføre en evaluering midt i og i slutten av prosjektet. Midtveisevalueringen er et verktøy som gir muligheten til å gjøre endringer i prosjektgjennomføringen, mens evalueringen i slutten av prosjektet er en erfaringsinnsamling til læring. I følge Hermundsgård (2015) kan evalueringen ha form som spørsmål som stilles i prosjektgruppa i felleskap som en samtale, eller til en anonym spørreundersøkelse. Spørsmålene som stilles til deltakerne bør være så konkret som mulig. Et eksempel på tre spørsmål som kan stilles i forbindelse med prosjekteringsmøtene er:

1. Hva mener du var dårlig på møtet?
2. Hva mener du var bra på møtet?
3. Hva mener du kan bli bedre?

Disse tre spørsmålene kan stilles underveis i prosjektet. Besvarelsene kan brukes som grunnlag for forbedring og mulighet for endringer underveis i prosjektet. Eksempel på spørsmål som kan stilles i slutten av prosjektet er:

1. Hva mener du fungerte dårlig i prosjektet?
2. Hva mener du fungerte bra med prosjektet?
3. Hva mener du kan bli bedre?

Ved å evaluere prosjektet i slutfasen, danner det grunnlag for erfaringsinnsamling til læring og en kontinuerlig forbedring av videre prosjekter.

Interessentanalyse

Ved samtidig prosjektering søkes viktige beslutninger tatt i samme rom, og av de rette beslutningstakere. Prosjektering (2020) påpeker at en av de viktigste faktorene for å lykkes er å ha beslutningstakere/nøkkelpersoner forberedt og tilstede, som også har vært en av utfordringene på Mortensrud Idrettsanlegg. Som nevnt ble det observert at ikke alle nøkkelpersoner var til stede som medførte mindre tid brukt på noen av punktene, og beslutninger ble utsatt. Nøkkelpersonene var de som hadde beslutningsmyndighet. Hermundsgård (2015) påpeker at det er nyttig at en representant fra oppdragsgiver også er til stede i sesjonene, for å kunne diskutere alternativer og få retning og beslutninger tidlig. Det gjør at representanten må kunne ha myndighet til å uttale seg, og være interessert i å delta i diskusjonene. Før en slik deltakelse anbefaler Hermundsgård (2015) å ha en forventningsavklaring knyttet til rolle og oppgaver i

sesjonene. Riktig kompetanse er viktig for å kunne gjøre vurderinger og kunne ta gode beslutninger. Som basis for prosjektgjennomføringen, og spesielt før sesjonsplanlegging og vurdering av avklaringsbehov må det gjennomføres interrepresentanalyser for å kartlegge hvilke parter som må være med i beslutningsprosessen, samt hvilke elementer og forhold de kan knyttes til (Prosjektering, 2020). Tabell 7 viser tre grunnleggende faser for behandling av interessentene. En bearbeiding må til gjennom de tre fasene, og som underlag for dette må det etableres en interessentbase som følges på interaktivt og iterativt gjennom hele prosjektet (Prosjektering, 2020).

Tabell 7: Behandling av interessentene (Prosjektering, 2020)

Fase 1 Identifikasjon	Fase 2 Analyse	Fase 3 Håndtering og oppfølging
<ul style="list-style-type: none"> • Identifisere interessenter • Identifisere interesseområde • Kategorisere påvirkningskraft 	<ul style="list-style-type: none"> • Analysere og sortere de viktigste interesser • Vurdere form og usikkerhet rundt påvirkningen fra de aktuelle parter • Avklarte tilnærming og aktiviteter overfor de aktuelle parter 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontakte og følge opp interessentene • Implementere krav/forhold fra interessentene • Kreve deltakelse/beslutninger fra de aktuelle interessenter

Beslutningsprosess

Funnene fra litteraturstudie viser at det er noen viktige faktorer for en vellykket beslutningsprosess (Prosjektering, 2020):

- Godt samarbeid på tvers av prosjektet
- Samlokalisering styrker deling på tvers av prosjektet
- Deltakere stiller alltid godt forberedt
- Deltakere er klar over egne bidrag/ansvar i prosjektet
- Tydelige definerte mål
- Samme oppfattelse av felles mål
- God beslutningsunderlag
- Prosjektledelsen som godt forbilde
- Innstilling til å dele med andre
- Prosjektspesifikk sesjonsplan (Når i prosjektet må de enkelte avklaringer foreligge, og hvilke operasjoner må til for å få rettidig beslutning)
- Etablering av beslutningslogg for plan og bokføring av prosess rundt den enkelt avklaring
- Vanskelige/spesielle beslutninger tas i planlagte sesjoner ved strukturert tilnærming til oppgavene
- Grundig identifikasjon, verdisetting og definisjon av prosjektets utfordringer i samspill med interessentene. Skape felles problemforståelse og oversikt over grensesnitt

Vi har tidligere nevnt at beslutningsunderlaget vil avhenge av hvilken fase prosjektet er i. I tidligfase kreves en aktiv beslutning for å videreføre prosjektet til neste fase, som vil si

at ingen beslutning innebærer «stopp» (Haanæs et al., 2004). Observasjonsstudie, undertegnede erfaring og litteraturstudie tyder på at underlaget er mindre detaljert i tidligfase enn i senere faser. Det er derfor viktig at prosjektorganisasjonen vet hvilken fase de er i og hvilken beslutning de jobber mot (Haanæs et al., 2004). I mellom hver fase foreligger det en beslutningsprosess, og aktivitetene i beslutningsprosessen bør være den samme i alle beslutningspunktene i modellen, fordi behovet for kvalitet i beslutningen er det samme i alle beslutningspunktene (Haanæs et al., 2004). For å sikre kvalitet i prosessen anbefaler Haanæs et al. (2004) å standardisere beslutningsprosessen, og bør inneholde følgende trinn:

- Beslutningsunderlaget utarbeides av prosjektet basert på arbeidet i foregående fase. Beslutningsunderlagets struktur bør være standardisert
- Kvalitetssikring av underlaget gjennomføres i henhold til forhåndsbestemte krav til prosess og kontrollpunkter
- Kvalitetssikret beslutningsunderlag fremlegges for beslutningstaker
- Selve beslutningen tas
- Beslutningen dokumenteres for å sikre at både beslutningstaker og utførende er inneforstått med konsekvensene av beslutningen. Dokumentasjonen bør inneholde kriterier for valg (i den neste fasen), øvrige føringer for den neste fasen, samt finansiering av neste fase.

Studier tyder på at det er vanlig at faser overlapper for å sikre en mulig rasjonell prosess. Likevel advarer Haanæs et al. (2004) mot dette fordi det svekker respekten for beslutningspunktene betydning. Haanæs et al. (2004) påpeker at det bør gjennomføres en oppstartsaktivitet før oppstart av neste fase for å sikre at beslutningen blir iverksatt i tråd med beslutningstakers intensjoner. Oppstartsaktiviteten gjennomføres som en del av beslutningsprosessen for å sikre at beslutningstaker er aktiv i implementering av egen beslutning, og sikrer videre at oppstart av neste fase ikke gjøres uten aktiv deltakelse av beslutningstaker (Haanæs et al., 2004). Ved en slik implementering vil en få følgende forløp i overgang fra en fase til neste som vist i Figur 36.



Figur 36: Beslutningsprosess (Haanæs et al., 2004)

Dokumentasjon av beslutninger

Som beskrevet tidligere er et viktig hovedtrekk etablering av beslutningslogg for plan og bokføring av prosess rundt den enkelt avklaring. Ifølge Prosjektering (2020) er BIM-modellen og beslutningslogg kjernen i prosjektet som alle prosjektdeltakere forholder seg

til. På caseprosjektet følte undertegnende at loggføring av beslutningene gjennom et møtereferat som ble sendt ut på e-post virket uoversiktlig. Som nevnt kan man jobbe på flere prosjekter samtidig, og det blir mange e-poster som gjør det vanskelig å holde oversikt over all informasjon og beslutninger som har blitt tatt. Det er derfor viktig å ha god informasjonsflyt og strukturere informasjonen slik at de er oversiktlig for prosjektdeltakerne, samt sørge for sporbarhet til beslutninger som tas. Figur 37 viser et eksempel på oppsett og innhold i en beslutningslogg. Fordelen med loggen er at den henviser til hvilke forberedelser som må gjøres som grunnlag for beslutning, hvem som har ansvar, hvilke alternativer som foreligger, frist for beslutning og kommentar. Det er enkelt å spore opp beslutninger på lang sikt, og dermed gjøre tiltak på kritiske beslutninger. Ulempen kan være at det er tid- og ressurskrevende å oppdatere loggen kontinuerlig. Loggen er heller ikke et visuelt verktøy, som kan være vanskelig for prosjektdeltakerne å se hva som skal besluttes. Det anbefales at beslutningsloggen integreres i ICE-sesjonsplanen som beskrevet i delkapittel 2.6 for å samle all informasjon på et sted.

BESLUTNINGSLOGG

Prosjektnummer	xxx	Opprettet:	xx
Prosjektnavn	xxx	Versjon:	xx
Byggherre	xxx	Revidert:	xx

ID	Tema	Grunnlag for beslutning	Ansvar	Alternativer	Frist grunnlag	Besluttet dato	Kommentar
1	Ventilasjon - Prosjekteringsgrunnlag ventilasjon- og klimalegg	Beslutningsunderlag for fleksibilitet presenteres i møte med byggherre	BH	Alternativ 1: XXX Alternativ 2: XXX	01.04.2020	10.05.2020	BH må beslutte om enkelte system skal oppskaleres for å ta høyde for et mulig framtidig økt kapasitetsbehov.
2	Elektro - Inntak for Signallerandør for tele/data	Trekkerør for inntaket skal legges og prosjekteres. Må derfor vite hvor disse rørene skal fra bygget	BH/TB	Alternativ 1: XXX Alternativ 2: XXX	20.03.2020	10.04.2020	TB sender skisse til RIE
3							
4							
5							

Figur 37: Eksempel på beslutningslogg, utarbeidet av undertegnende i Microsoft Excel

Big Room

Prosjekteringsmøtene på Mortensrud Idrettsanlegg er inspirert av ICE-metodikken med samlokalisering. Møtene foregikk på hovedkontoret til Rambøll i Oslo, hvor prosjektdeltakerne satt i et såkalt Big Room. Rommet bestod av en stor touchskjerm, samt bord og stoler plassert i en hestesko. Skjermen ble brukt til å vise dokumenter som var relevant for agendapunktene. Et av hovedelementet for POP-modellen beskrevet i delkapittel 3.2 er organisasjon. Organisasjonen innebærer alle mennesker som er deltakende på prosjektet (Redman, 2017). I følge Redman (2017) kan en forbedring av organisasjonen tolkes som en forbedring av organisasjonssammensetning og hvordan organisasjonen skal arbeide sammen. Dette kan gjøres ved å forbedre møtestrukturen og økt grad av samhandling mellom prosjektdeltakerne. En forbedring av møtestrukturen kan være å iverksette SmartBoards, hvor referater kan skrives på som er synlig for alle. Ukentlige målinger kan henges opp og gjennomgås i starten av hvert møte med organisasjonen, og dermed får alle en status av prosjektet.

Lean Project Delivery System (LPDS)

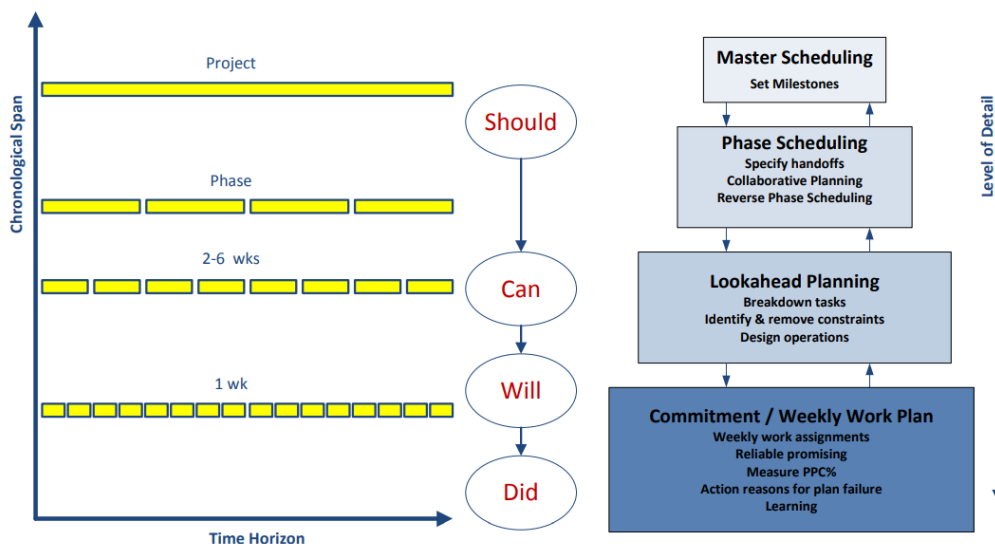
Planlegging på et tidlig stadium i en prosess er viktig for å kunne være i stand til å avklare mulige utfordringer, og dermed legge til rette for å imøtekomme disse utfordringene på best mulig vis (Hagen, 2017). Viktigheten av god planlegging kom tydelig frem i caseprosjektet i dette studiet. Studier har vist at grundig planlegging tidlig i prosjektet vil være tids- og kostnadsbesparende (Hagen, 2017). I delkapittel 3.6.1 har vi beskrevet flere metoder og teknikk for bruk av Lean Construction (Ballard et al., 2002), og et av dem var Lean Project Delivery System (LPDS). LPDS er en ny måte å gjennomføre prosjekt på utviklet av Lean Construction Institute i år 2000 (Ballard,

2008). LPDS har som formål å strukturere byggeprosessen slik at den er i samsvar med Lean-tankegangen om å levere et prosjekt som oppfyller kundens behov uten og prosessere sløsing (Khanzode et al., 2006). I LPDS er prosjekteringsgruppen ansvarlig for å bistå kunden med å bestemme hva som egentlig ønskes å oppnås med prosjektet (Ballard, 2008). Å kartlegge kundens verdi og målsetning er viktig for å formulere interne målsetninger og krav, samt identifisere de kontrollerbare faktorene og målingene som kan lede til ønsket prosjektutfall. Når gruppen har kartlagt kundens verdi, begynner ifølge Olsen (2015) utviklingen av designkriteriene for prosjektet. Med målet som utgangspunkt blir de ulike løsningsalternativene evaluert og beslutningene tatt. Ettersom beslutninger som tas i prosjekteringsprosessen er avgjørende for muligheten til å skape verdi og få et suksessfullt prosjekt, er det gunstig å følge dette prinsippet.

Gjennom caseprosjektet ble det observert en lappeteknikk for avklaringsplan, se delkapittel 2.5.2 for nærmere beskrivelse av metodikken. Utfordringen som ble observert ved denne metodikken var at mange av aktivitetene måtte utføres i løpet av noen få uker som virket urealistisk i forhold til omfanget. Det anbefales derfor å implementere Last Planner System of Production (LPS) utviklet av Ballard (2000) som en del av LPDS med prinsippene for bakover-planlegging (eng: Pull-planning). Denne anbefalingen reflekterer informantenes formening om at kobling mellom LPS og beslutninger er viktig for beslutningsprosessen. Bakover-planlegging omhandler å sette en ferdigstillelsesdato, og planlegge bakover. Formålet med bakover-planlegging er at det skal forbedre forståelsen for avhengigheter, viktigheten av planene, og se frem i tid for å kartlegge mulig utfordringer (Habbestad, 2018). Som Figur 38 viser er bakover-planlegging avhengig av fire steg:

1. Lage milepæler
2. Faseplanlegging
3. Planlegge frem i tid
4. Forpliktelser/ukentlig arbeidsplan

Når hovedplanen er utarbeidet for prosjektet settes milepæler og strategier som for eksempel tett bygg eller overlevering (Habbestad, 2018). Deretter lages aktiviteten som må til for å nå de ulike milepælene ved å planlegge bakover fra milepælene. Dette gjøres på lik måte som det ble gjort på casestudie med post-it lapper som henges opp av hvert fag på en fremdriftstavle. Underveis i planleggingen av aktiviteter må det gjøres en vurdering av eventuelle begrensninger. For at metoden skal være effektiv er det viktig med realistiske planer og pålitelige løfter, slik at aktivitetene blir fullført i henhold til fremdriftsplanen. Det kan likevel oppstå uforutsette ting som medfører at aktivitetene blir forsinket eller ikke kan fullføres til avsatt tid, derfor er det viktig med åpen og god dialog mellom alle prosjektdeltakere slik at man kan avdekke dette på et tidlig stadium, og at det innføres prosessytelsesmålinger som viser fremdriften over tid. Ved å avdekke utfordringer på et tidlig stadium, kan man kartlegge konsekvensene og innføre tiltak for å begrense eller eliminere risikoen for at fremdriften ikke blir holdt.



Figur 38: Planleggingsfaser i LPS (Ballard, 2000)

Målinger og kontinuerlig forbedring

Som nevnt i delkapittel 4.3 var de eneste målingene som ble observert på caseprosjektet aksjonsoppfølgingen på prosjekthotellet. Det kan skyldes den stramme budsjettammen i prosjektet, mangel på kompetanse, at det er for tidkrevende, underbemanning eller at målinger ikke er en del av gjennomføringsmodellen for prosjektet. Vi har i delkapittel 3.5 beskrevet at målinger i VDC-prosjekter bør brukes gjennom hele prosjektets varighet for kontinuerlig forbedring i tillegg til at det brukes til å måle prosjektets utfall (Knotten and Svalestuen, 2014). Selv om målinger oftere brukes i byggefasen, kan de også brukes i prosjekteringsfasen for å kontrollere kvaliteten av prosjekteringen og utveksling av informasjon (Knotten et al., 2015). Ved å bruke enkle målinger i prosjekteringsfasen kan man effektivt vise status i prosjektet og gi en indikasjon på hvor i prosjektet det bør gjøres tiltak (Knotten and Svalestuen, 2014). Fischer et al. (2017) hevder at det er gjennom målinger i et prosjekt at man kan oppnå prosjektets målsetninger.

Resultatet fra intervjuene viser at flere av informantene ser viktigheten av å etablere målinger basert på kundens mål. De opplever målingene som et godt verktøy for å kunne følge status i prosjektene og ha en mer transparent prosess. Målingene medførte at prosjektdeltakerne ble mer bevisstgjort for når de ikke utførte en aktivitet og at det ville forsinke prosessen. En forutsetning for at målingene skal fungere er at alle i prosjektet er med og til en viss grad har fått en grunnleggende forståelse for prosessen. Når det kommer til målinger i produksjon, føler en av informantene at det er vanskelig å finne riktige målinger. De har prøvd en del målinger som ikke gir nok verdi fordi det er avhengig av at mange aktører må spille inn for at det skal være optimalt. Videre mener informanten at man kan få antydning til om en måling fungerer eller ikke, men det er vanskelig å peke på hva som er årsaken til det. Evaluering og kvalitetssikring av prosessen i form av spørsmål som stilles prosjektgruppen i felleskap som en samtale, eller til en anonym spørreundersøkelse som beskrevet i delkapittel 5.2 kan være et tiltak for å finne årsaken til hva som fungerer eller ikke.

Når det gjelder måling av beslutningsprosessen mener informantene at det blir målt i liten grad, og at det har stort forbedringspotensial. Det måles ikke mer enn at prosjekteringslederen eller prosjektleder har en beslutningsplan som er relatert til en fremdriftsplan, prosent planlagt utført (PPU), antall utførte saker i løpet av en uke eller

mellom prosjekteringsmøter. Ifølge informantene bør beslutningsprosessen måles basert på prosjekttype. I en full VDC-prosjekt med totalentreprenør kan beslutningsprosessen måles i sesjonsverktøyet basert på hvorfor ting ikke blir besluttet. Med større aktører er ikke det nødvendigvis veien å gå for nå målet mener informantene. Det handler mer om at ting skal være godt og nøye planlagt, god informasjonshåndtering og kommunikasjon med alle involverte parter. Der har oppdragsgiver mye større ansvar enn prosjekteringsgruppen. Det handler om å forberede interessentene slik at beslutningene blir tatt til riktig tid. En av informantene ønsker målinger på hvor mye omprosjektering og endringer det har vært i løpet av en prosess, og hvor lang tid det har tatt å løse utfordringer. Informanten synes også målinger var det vanskeligste med VDC-kurset i forhold til hva som er nyttig å måle. Det er viktig å definere riktige målinger i forhold til type prosjekt det er. Har man dårlig tid i et prosjekt, er det å bruke tiden å unngå endringer vesentlig. Viktig å måle hvor mye tid som går bort, hvor mye endringer det blir og årsaker til dette som er viktig for videre forbedring.

Det ble heller ikke observert implementering av verktøy eller metodikker for kontinuerlig forbedring i casestudie. Vi har i teorikapitlet beskrevet Plan-Do-Check-Act (PDCA) som et eksempel på en metodikk for kontinuerlig forbedring. PDCA-syklusen bør brukes som forbedringsmetodikk gjennom hele prosjektet. Metoden gir en enkel og effektiv tilnærming for å løse problemer og håndtere endringer ved at metoden tester ut forbedringstiltak før organisasjonen oppdaterer prosedyrer og arbeidsmetoder. Vi har tidligere beskrevet viktigheten av å identifisere de kontrollerbare faktorene for å kunne styre prosjektet mot ønsket utfall, men for å bedømme for godt de kontrollerbare faktorene beveger seg mot ønsket resultatmåling må det innføres prosessytelsesmålinger (Fischer et al., 2017). Målingene er også en del av den kontinuerlige forbedringen for optimalisering av prosesser. I LPS er måling av prestasjonen til planleggingsystemet en viktig faktor for å forbedre oppfølgingen og planleggingen (Ballard and Howell, 2004). I delkapittel 3.6.1 presenterte vi Prosent Planlagt Utført (PPU) som et hjelpemiddel for å forbedre byggeprosessen (Ballard et al., 2002). PPU er et mål på hvor mye av planen som er oppnådd for et tidsintervall (Forbes and Ahmed, 2011). Måling av PPU med utgangspunkt i ukeplanen gir en indikator på effektiviteten og kvaliteten av Last Planners ukeplanlegging (Institute, 2014). Ved å måle hvor mye av planen som er oppnådd kan man forbedre effektiviteten i prosjekteringsprosessen, ved at prosjektgruppen har oversikt over hvilke oppgaver som har blitt gjort eller som burde vært gjort. PPU måler påliteligheten til planen som ble laget ved at den viser hvor mange løfter som ble fullført sammenlignet med hvor mange som ble overholdt i prosent, se Formel 1.

Beslutninger er preget av gjensidige avhengigheter, og ved å måle om hvordan de ulike fagene ligger ann i forhold til sine aktiviteter, kan man avdekke om det vil gi konsekvenser i form av forsinkelser for andre fag. Andre målinger for VDC-prosjekter er vist i Figur 13 (Reinholdt et al., 2019). Ballard & Howell (2004) beskriver bruken av metoden i praksis ved at enten prosjektleder eller prosjekteringsleder henger opp en oversikt over PPU for forrige uke, slik at målingene blir synlige for alle deltakere som et indre insentiv for å holde planene. Ved at alle som planlegger arbeid får et innsyn i PPU, gir det også muligheten for å etablere buffere mellom arbeidsoppgavene (Macomber et al., 2005). En slik buffer kan være gunstig i forhold til deltakernes ferdigstilling, ved at deltakere vet hvor pålitelig andre deltakere er og dermed kan ta hensyn til dette når løfter blir gjort og følgelig øke flyten i arbeidet (Olsen, 2015). Forskning indikerer at ved å måle PPU øker produktiviteten, og i tillegg minker variasjonsområdet til produktiviteten (Ballard and Howell, 2004)

Eksempler på andre målinger er beslutnings latenstid, rotårsaker, evaluering av møter og møte deltakelse. Basert på funnene i casestudie som har vist at det er utfordringer med prosjekteringsmøtene i form av manglende beslutningsunderlag, manglende deltakelse og kompetanse, hadde det vært nyttig tiltak å innføre målinger for evaluering av møter for kontinuerlig forbedring. For å kunne ta beslutninger er prosjektet avhengig av at deltakerne gjennomfører sine oppgaver slik at det foreligger tilstrekkelig med beslutningsunderlag, og at prosjektet er moden nok til å gå videre til neste fase. Funnene i dette studiet og undertegnede erfaring har vist at hendelser kan oppstå som forårsaker at oppgaver ikke blir utført til avsatt tid, men det er ikke alltid man vet årsaken til at det ikke ble utført. Dette kan medføre at hendelsen kan oppstå senere i prosjektet eller i et annet prosjekt uten å vite årsaken. Derfor er det viktig å analysere rot-årsaken til at oppgaven ikke ble utført. Som et verktøy for kontinuerlig forbedring har Ballard and Howell (2004) introdusert årsak-virkningsanalysen (eng: Root-Cause Analysis). En årsak-virkningsanalyse er et hjelpemiddel for å få en bedre forståelse av prosjekterings- og byggeprosessens avhengigheter samt muliggjør forbedringer underveis (Olsen, 2015). Når man kan gå i dybden og finne rotårsaken, kan man også identifisere om årsaken er en kontrollerbar faktor. Ballard & Howell (2004) anbefaler er å henge opp årsak-virkningsanalysen ved siden av oversikten over målingene av PPU, slik at det kan diskuteres tiltak for å forhindre feil i planleggingen med fokus på forbedring. En annen årsaksanalyse er «5 Why» -årsaksanalysen beskrevet i delkapittel 3.6.1. Metoden går ut på å stille spørsmålet "Hvorfor? (eng: why)" fem ganger for å finne rotårsaken til problemet. Det er en effektiv og enkel metode som krever lite tid og ressurser, og som gjør en oppmerksom på hva som var rotårsaken til feil. En slik årsaksanalyse kan gjennomføres for å unngå gjentagende feil (Olsen, 2015).

5.3 Forskningsspørsmål 3

I delkapittel 2.6 presenterte vi ICE-sesjonsplan som et målings- og oppfølgingsdokument under utvikling i Rambøll. Hensikten med mal-dokumentet er planlegging og oppfølging av prosjekteringsmøter med mål om å effektivisere beslutningsprosessen. ICE-sesjonsplan vil være et nyttig målingsverktøy for å se hvor utfordringer i et prosjekt ligger, hvem følger ikke opp, hva er årsaken til suksess og utfordringer i en beslutningsprosess, og utvikling av prosjektet over tid. På grunn av tidsbegrensningen som prosjekteringsleder på Mortensrud Idrettsanlegg hadde, var det ikke mulighet for å gjennomføre en pilotstudie med bruk av malen. I dette delkapittelet blir derfor kun innholdet i malen presentert, samt diskusjon om *hvordan bruk av ICE-sesjonsplan kan bidra til effektivisering av beslutningsprosessen*.

Prosjekteringsmøtene

FS1 tok for seg utfordringer knyttet til prosjekteringsmøtene. Utfordringene som ble avdekket var i forbindelse med blant annet manglende forberedelser fra prosjektdeltakere i forkant av møtene som ledet til mangel på beslutningsunderlag. Noen av agenda- og avklaringspunktene var ikke beskrevet detaljert nok til å forstå målsetningen for møte, hvilke beslutninger som måtte tas, og til at hver enkelt disiplin kunne sette opp sine egne forberedelser. Flere av deltakerne som fikk innkalling til møtet deltok ikke uten å oppgi årsak. Dette medførte at det ble brukt mindre tid på noen av agendapunktene, og beslutninger ble ikke tatt grunnet mangel på deltakerne med beslutningsmyndighet. Videre beskrev vi gjennom FS2 ulike tiltak for en effektiv ICE-sesjon. Følgende nøkkelpunkter for en suksess av ICE-metodikk ble presentert:

- Utvikle sesjonsplanmaler som viser:

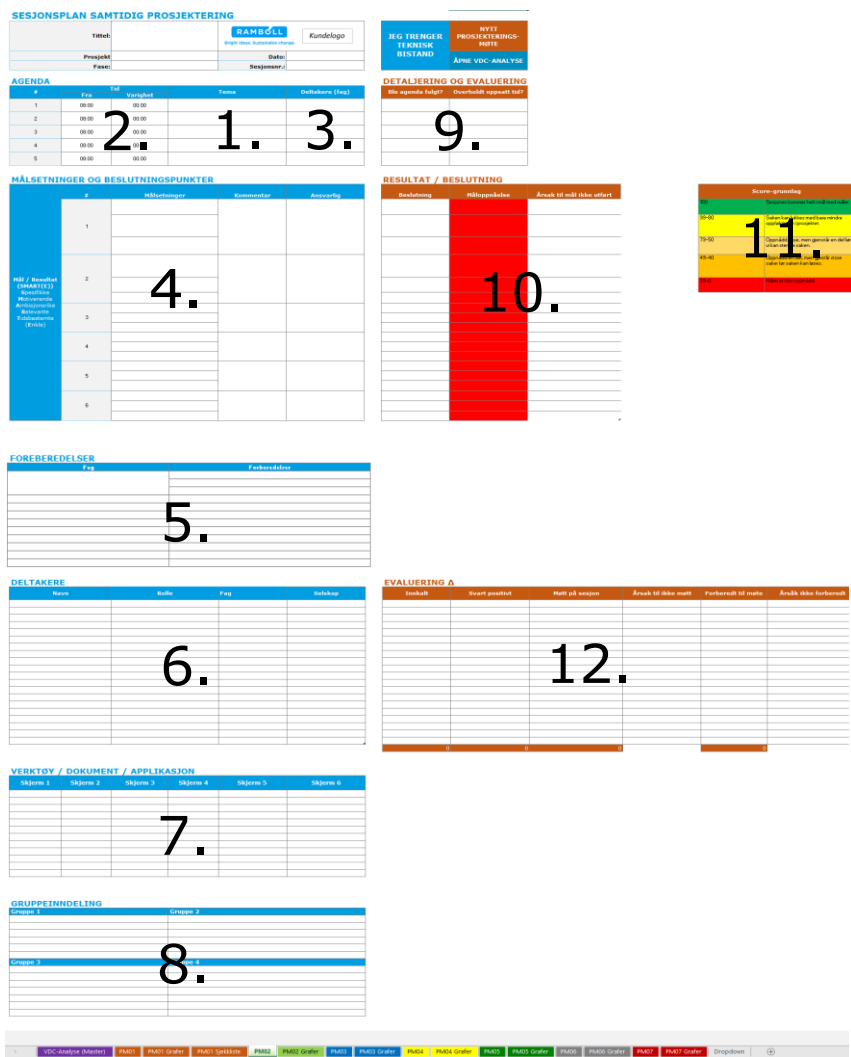
- Hvilke deltakere som bør delta
- Hvilke forberedelser som bør gjøres i forkant
- Hvilke leveranser som bør være resultatet av sesjonen
- God forberedelse av sesjonene
- Tydelig gjennomføring av sesjoner
- Målinger og kontinuerlig forbedring

Resultatet fra intervjuene i delkapittel 4.1 viser at intervjuobjektene mener ICE-sesjonsplan er et godt rammeverk for å få med de viktigste elementene for en vellykket beslutningsprosess. En av informantene påpeker at ICE-sesjonsplan vil bidra til å effektivisere ved at du har et rammeverk som legger føringer for hvordan man skal gjennomføre en ICE-sesjon. Da får du hjelp til hva slags målinger du kan bruke for å forklare hvorfor man er effektiv eller ineffektiv. Det blir enklere og mer tilgjengelig. Teorien bak det er at man skal gjøre seg opp erfaringer underveis, og basert på erfaringene gjøre tiltak som forbedrer beslutningsprosessen. Informanten mener at ICE-sesjonsplanen understøtter at man kan i enklere grad iverksette VDC teori i prosjektene, som igjen vil forbedre effektiviteten og legge til rette for at man kan forbedre seg kontinuerlig. I ICE-sesjonsplan er innholdet i hvert enkelt prosjekteringsmøte tilpasset, se Figur 39. Som figuren viser har hvert enkelt prosjekteringsmøte en egen fane kalt PM01, PM02, PM03 ... osv. som må fylles ut i for- og etterkant av møtene. Tabellene som er markert med blått skal fylles ut i forkant av møtene, og tabellene markert med rødt skal fylles ut i etterkant av møtene som måling og evaluering. Det som skal fylles ut i forkant av møtene er:

1. Agenda
2. Varighet av hvert agendapunkt
3. Deltakere som må delta på de ulike agendapunktene
4. Målsetninger og beslutningspunkter
5. Forberedelser
6. Detaljert informasjon om deltakerne
7. Verktøy/Dokument/Applikasjon
8. Gruppeinndeling (ved behov)

Det som skal fylles ut i etterkant av møtene som et målings- og evalueringsverktøy er:

9. Detaljering og evaluering i forhold til agenda
10. Resultat av oppsatte målsetninger og beslutningspunkter
11. En overordnet evaluering av sesjonen ved bruk av score-grunnlag
12. Evaluering av oppmøte av deltakerne



Figur 39: ICE-sesjonsplan

Hvert enkelt agendapunkt skal inneholde varighet og hvilke fag som må delta. Dette var samme metodikk som ble benyttet på casestudie, men her ble de sendt ut på e-post. Vi har tidligere beskrevet at ved å sende ut slik informasjon og møtereferater på e-post kan gjøre det vanskelig å holde oversikt, og skape dårlig struktur og informasjonsflyt. Fordelen med malen er at all informasjon ligger i samme dokument, og som kan plasseres på prosjekthotellet slik at den er lett tilgjengelig for prosjektdeltakerne. Resultatet fra spørreundersøkelsen viste at agendapunktene var relevant for deltakerne i en grad av 3,43 av 5. Det betyr trolig at noen av agendapunktene var irrelevant for noen fag. Evalueringen av agendaen gir en oversikt over om agenda ble fulgt, og om oppsatt tid ble overholdt ved å svare ja, nei eller delvis. Evalueringen gir ikke mulighet til å finne rotårsaken til hvorfor agenda ikke ble fulgt, eller hvorfor oppsatt tid ikke ble overholdt. Vi har tidligere beskrevet gjennomføring av årsaksanalyse for å unngå gjentakende feil. Ved å iverksette årsaks-virkningsanalyse i ICE-sesjonsplanen vil det kunne gi en bedre forståelse av prosjekterings- og byggeprosessens avhengigheter, samt muliggjør forbedringer undervis. Ved å identifisere rotårsaken, kan man også vurdere om årsaken er kontrollerbare faktorer som er viktig for å kunne styre prosjektet mot ønsket utfall. En casestudie gjennomført av Ballard et al. (1996) på et byggeprosjekt i Venezuela viste en økning av PPU fra omtrent 65 til 85% som et resultat av forbedring av de kontrollerbare faktorene.

I ICE-sesjonsplanen har Rambøll utviklet en sjekkliste som må gjennomgås ved utfylling av sesjonsplanen for å sikre en vellykket sesjonsgjennomføring, se Figur 40. Sjekklisten vil være et hjelpemiddel for alle nye som bruker planen, men også som en huskeliste for de som allerede er kjent med planen. Listen sjekker følgende punkter:

- Om nødvendig informasjon foreligger ved innkalling
- Roller for sesjonen
- Nødvendig opplæring
- Om nødvendig teknologi og fasiliteter foreligger for sesjonen
- Det praktiske i forhold til behov for bevertning og lunsj
- Fasilitering

Fordelen med sjekklisten er at man standardiserer hvordan man skal gjennomføre sesjonene. Sesjonsgjennomføring er en del av beslutningsprosessen, og som tidligere nevnt anbefaler Haanæs et al. (2004) å standardisere for å sikre kvalitet i prosessen. Sjekklisten krever at innkalling med målsetning, beslutningspunkter og forberedelsesaktiviteter er sendt ut minimum fem dager før gjennomføring av sesjonen. Dette må sesjonsleder gjøre en vurdering av for hver enkelt sesjon i forhold til omfanget av forberedelsene.

Sjekkliste for sesjonsgjennomføring		Kommentar
Innkalling		
Målsetting og beslutningspunkter tydelig definert	<input type="checkbox"/>	
Forberedelsesaktiviteter avtalt	<input type="checkbox"/>	
Deltakere. Riktig kompetanse og kapasitet pr fag deltaker?	<input type="checkbox"/>	Også pr gruppe under gruppearbeid
Deltakelse fra kunde vurdert	<input type="checkbox"/>	Beslutningsmyndighet og kompetanse
Innkalling sendt ut (minimum 5 dager før)	<input type="checkbox"/>	
Alt nødvendig grunnlag tilgjengelig	<input type="checkbox"/>	
Faglige innlegg avtalt	<input type="checkbox"/>	Bør begrenses til et minimum
Roller		
Ansvar for aksjons- og beslutningslogg avklart	<input type="checkbox"/>	
Ansvar for skjermstyring avklart	<input type="checkbox"/>	
Ansvar for modell/visualisering	<input type="checkbox"/>	
Gruppedere og evt andre roller under gruppearbeid avtalt	<input type="checkbox"/>	
Teknisk bistand fra IT avtalt (ved behov)	<input type="checkbox"/>	Avtalt tilgjengelighet/fysisk tilstede i starten e.l
Opplæring		
Alle deltakerne gjennomført grunnleggende opplæring	<input type="checkbox"/>	
Behov for individuell/plenumsbasert oppfølging vurdert	<input type="checkbox"/>	Behov for kort oppfriskning ved oppstart?
Teknologi og fasiliteter		
Samhandlingsrommet klargjort	<input type="checkbox"/>	Ryddig, trivelig og hensiktsmessig møblering
Tilstrekkelig tilkoblingspunkter og nett-kapasitet	<input type="checkbox"/>	Interne og eksterne deltakere
Tilstrekkelig skjermflater tilgjengelig	<input type="checkbox"/>	Også til gruppearbeid
Bruk av faste arbeidsstasjoner vs laptops avklart	<input type="checkbox"/>	
Utstyr for involverende planlegging	<input type="checkbox"/>	Matrise, tusjer og lapper
Behov for video/Skype vurdert og evt klargjort	<input type="checkbox"/>	
Praktisk		
Behov for bevertning/kaffe/frukt vurdert og evt bestilt	<input type="checkbox"/>	
Lunsj avtalt med kantinen (ved behov)	<input type="checkbox"/>	
Fasilitering		
"Paraplypresentasjon" utarbeidet	<input type="checkbox"/>	Agenda, målsetting, opplegg for grupper osv.
Status aksjons- og beslutningslogg gjennomgått	<input type="checkbox"/>	
Plan for disponering av arbeidsflater/skjermer utarbeidet	<input type="checkbox"/>	Ref sesjonsmal
Opplegg for evaluering klargjort	<input type="checkbox"/>	

Figur 40: ICE-sesjonsplanen inneholder sjekkliste for hvert prosjekteringsmøte

Beslutningsprosess

Som nevnt var et av utfordringene i casestudie knyttet til at agendapunktene ikke var beskrevet detaljert nok til å forstå hvilke beslutninger som måtte tas, og til at hver enkelt disipling kunne sette opp sine egne forberedelsesaktiviteter. I delkapittel 5.2 som omhandlet ulike aktiviteter og tiltak som kan bidra til en effektiv beslutningsprosess,

beskrev vi flere nøkkelpunkter for suksess av ICE-metodikk. Blant dem var utvikling av sesjonsplanmaler som viser hvilke deltakere som bør delta, hvilke forberedelser som bør gjøres i forkant og hvilke leveranser som bør være resultat av sesjonen. Videre beskrev vi at tydelige definerte mål og samme oppfattelse av felles mål er viktig for vellykket beslutningsprosess (Prosjektering, 2020). ICE-sesjonenplanen ivaretar nøkkelpunktene ved at den definerer tydelig målsetninger og beslutningspunkter for sesjonen.

Målsetningene og beslutningspunktene skal beskrives i henhold til SMART(E)-prinsippet som står for **S**marthe, **M**otiverende, **A**mbisjonsrike, **R**elevante, **T**idsbestemte, **E**nkle. Sesjonsleder har ansvaret for at målsetningene og beslutningspunktene er definert etter dette prinsippet for sikre et godt resultat. I tabellen for forberedelser skal prosjektleder sørge for at fagene får oppgitt nødvendige forberedelsesaktiviteter for å sikre at beslutninger kan tas på tilstrekkelig grunnlag. En utfordring her er som nevnt i delkapittel 5.2 at for å sende ut forberedelsesaktiviteter, vil det trolig avhenge av sesjonsleders kompetanse på det aktuelle fagområdet, og det må derfor gjøres en fortløpende vurdering om vedkommende har behov for bistand fra andre deltakerne.

Som nevnt innledningvis gir ICE-sesjonsplanen muligheten for å måle resultat av oppsatte målsetninger og beslutningspunkter ved at sesjonsleder oppgir måloppnåelse basert på en score-grunnlag fra 0-100%. Dersom målet ikke er oppnådd, kan sesjonsleder velge mellom følgende årsaker:

- Behov for tverrfaglig kontroll
- Feil eller mangelfullt verktøy
- Ferie
- Foregående aktivitet ikke ferdig
- Ikke behov for deltakelse
- Manglende bemanning
- Manglende kompetanse
- Manglende tverrfaglig deltakelse
- Manglende underlag (ikke foregående aktivitet)
- Nedprioritert for annen oppgave
- Offentlig prosess (søknader o.l)
- Stans i prosjektering
- Sykdom
- Undervurdert omfang
- Utydelig oppgavebeskrivelse

Ved å identifisere årsaker til at mål ikke ble utført, kan en også identifisere de kontrollerbare faktorene som nevnt er viktig for å styre prosjektet mot ønsket utfall. En ulempe med metoden er at sesjonsleder kan kun velge mellom de spesifiserte årsakene, og har ikke anledning til å kommentere dersom det foreligger andre årsaker. Et eksempel på årsak som ikke er beskrevet er at det ikke forelå tilstrekkelig tid til å ta en beslutning. Det er derfor anbefalt å kunne legge til et alternativ til som heter «annet», og en kolonne ved siden av kalt «kommentar», hvor sesjonsleder fritt kan beskrive årsak til at mål ikke ble oppnådd. Planen sier heller ingenting om prosessen videre når en beslutning ikke blir tatt. Hva er konsekvensen av at en beslutning ikke blir tatt? Hvor kritisk er det for fremdrift? Dato for neste frist for når beslutningen må tas? For å ivareta videre prosess av beslutninger som ikke blir gjennomført, er et tiltak å integrere beslutningsloggen beskrevet i delkapittel 5.2 i ICE-sesjonsplan. Vi har tidligere nevnt at hovedårsaken til at ICE-sesjonsplanen ikke ble benyttet i casestudie var at prosjekteringsleder i Rambøll ikke hadde tidskapasitet til å gjennomføre planen. Det tyder på at ICE-sesjonsplanen kan

være tidkrevende ettersom det er flere dokumenter som må utarbeides, som blant annet møtereferater, aksjonsoppfølging på prosjekthotellet og beslutningslogg. Det anbefales å automatisere flere av disse arbeidsprosessene ved å innlemme de i hverandre. For eksempel ved at det er en direkte kobling mellom beslutningsloggen og tabellen «Målsetninger og Beslutningspunkter» i ICE-sesjonsplanen, slik at når man fyller ut i tabellen i ICE-sesjonsplan, fylles den også ut i beslutningsloggen. Dersom et av beslutningspunktene ikke blir gjennomført som planlagt i sesjonen, kan det lages en kolonne til i tabellen med ny frist som automatisk blir satt opp i den overordnede beslutningsloggen. Dermed har man alle beslutningspunkter for alle sesjoner liggende på en plass, som er oversiktlig og ryddig for prosjektdeltakerne.

Vi har beskrevet i delkapittel 5.1 at et av utfordringene for beslutningsprosessen var i forhold til at flere av deltakerne som fikk innkalling til møtet, møtte ikke opp uten å oppgi årsak. Dette medførte at det ble brukt mindre tid på noen av agendapunktene, og beslutninger ble ikke tatt grunnet mangel på deltakerne med beslutningsmyndighet og kompetanse. Som Figur 39 viser, skal sesjonsleder gjøre en evaluering av prosjektdeltakerne i etterkant av møtet i forhold til om de har svart positivt til innkallingen, om de har møtt opp på sesjonen, og om de var forberedt til møte. Dersom vedkommende ikke har møtt opp på sesjonen eller ikke var forberedt skal det oppgis årsak ved å velge mellom samme svaralternativer som punktene ovenfor. Når det gjelder årsak til ikke møtt opp, virker mange av svaralternativene ulogiske. Det anbefales derfor å legge inn egne svaralternativer som gir en mer relevant begrunnelse for hvorfor vedkommende ikke har møtt opp. Eksempler på dette er i tillegg til de logiske svaralternativene ovenfor:

- Ferie
- Ikke behov for deltakelse
- Manglende bemanning
- Nedprioritert for annen oppgave
- Stans i prosjektering
- Sykdom
- Ikke mottatt innkalling
- Uforutsette hendelser (ulykke, familiekrise etc.)
- Annet (gi begrunnelse)

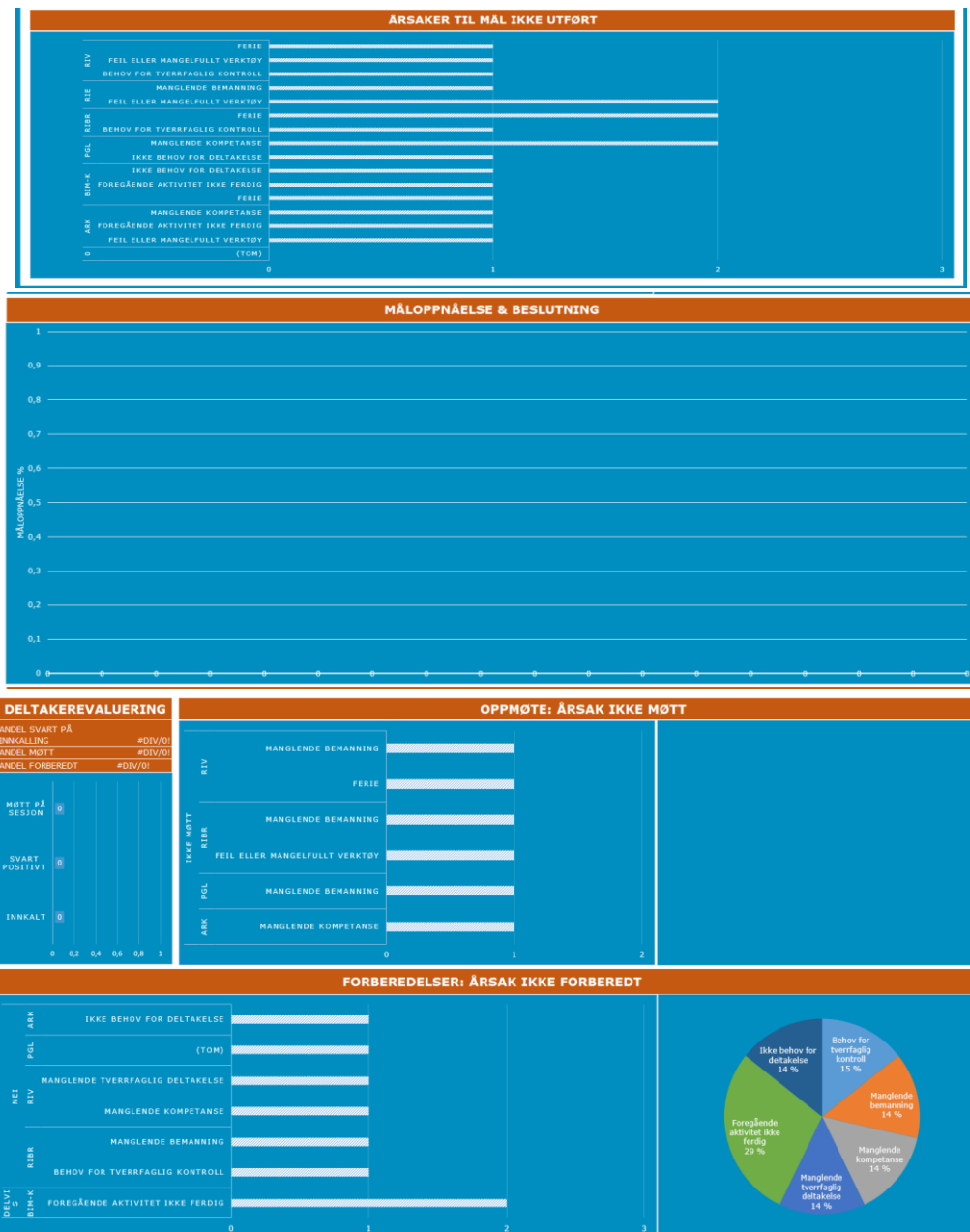
Det er ikke sikkert svaralternativene ovenfor dekker riktig årsak, det anbefales derfor også her å legge til et alternativ som heter «annet», og en kolonne ved siden av kalt «kommentar», hvor sesjonsleder fritt kan beskrive årsak til hvorfor man ikke møtte opp til sesjonen, eller hvorfor man ikke var forberedt.

Kontinuerlig forbedring

Som beskrevet tidligere bør målinger brukes i VDC-prosjekter gjennom hele prosjektets varighet for kontinuerlig forbedring, i tillegg til at det brukes til å måle prosjektets utfall (Knotten and Svalestuen, 2014). Ved å bruke enkle målinger i prosjekteringsfasen kan man effektivt vise status i prosjektet og gi en indikasjon på hvor i prosjektet det bør gjøres tiltak. Det er viktig å strukturere informasjonen i målingene slik at det er oversiktlig. Diagrammer og andre former for grafiske framstillinger eller illustrasjoner brukes i økende grad i fagbøker, aviser, lærebøker, brosjyrer, tidsskrifter og årsmeldinger (Kristiansen, 2002). Denne økende bruken av diagrammer skyldes ifølge Kristiansen (2002) delvis økt interesse for og bruk av ulike typer statistikk. Ved å visualisere datainnsamlingen gjennom målinger, blir de mer lettfattelige for alle i

organisasjonen. Har man kontroll over prosessene for å samle inn og organisere data, vil også muligheten være større til å vurdere datakvaliteten, noe som er avgjørende for å ta gode beslutninger (Larsson, 2020).

Som nevnt måler ICE-sesjonsplanen resultatet av oppsatte målsetninger og beslutningspunkter. For hver sesjon blir det laget en grafisk framstilling av måloppnåelse av beslutningspunktene, se Figur 41. Som Larsson (2020) påpeker vil visualisering av datainnsamlingen gjennom målinger gjøre det mer lettfattelige for alle i organisasjonen. Ved å framstille måloppnåelse av beslutningspunktene i en graf, kan prosjektorganisasjonen se hvilke punkter som er kritisk og som må prioriteres. Det anbefales at sesjonsleder henger opp grafene i sesjonene, samt gjennomføre en plansjekk i starten av alle ICE-sesjoner. En slik sjekk bidrar til å undersøke hvilke aktiviteter og beslutningspunkter som er blitt gjennomført i henhold til planen som prosjektgruppen har laget i fellesskap. Videre ser vi i Figur 41 en framstilling av årsaker til at mål ikke ble utført. Fordel med en slik oversikt er at organisasjonen får et innsyn i hvilke årsaker og hvilke fag som oftest leder til at mål ikke blir utført. Intervjuobjektene anser måling av effektiviteten av en ICE-sesjon og dokumentasjon av hvorfor man er effektiv eller ineffektiv som et viktig tiltak. Dette vil kunne avdekke hvis det ofte er en som ikke stiller opp eller stiller opp uforberedt, og basert på målingene kan man finne noen trender som man kan aksjonere på ved å enten gå til prosjektledelsen, fagledelsen eller disiplinledelsen for å få iverksatt tiltak. Til slutt gir ICE-sesjonsplanen en grafisk framstilling av årsak til at prosjektdeltakerne ikke møter til sesjon, og til at man ikke er forberedt i form av stolpe- og kakediagram. Planen gir også en oversikt over antall deltakerne som er innkalt, svart positivt og som har møtt opp. Ved å legge fram en slik framstilling for prosjektdeltakerne, kan det bidra til at prosjektdeltakerne tar sesjonene mer på alvor og kjenner på et større ansvar.



Figur 41: Grafisk fremstilling av resultatet for hver ICE-sesjon

Figur 41 framstilte resultatet for hver ICE-sesjon i form av grafer, kake- og stolpediagram, mens Figur 42 fremstiller resultatet for alle ICE-sesjoner i prosjektet. Ved å framstille resultatet for alle ICE-sesjoner kan prosjektdeltakerne se utviklingen i prosjektet over tid i forhold til måloppnåelse og beslutninger. Dersom prosjekteringsleder for eksempel ser at prosjektet utvikler seg i feil retning, kan det iverksettes raske tiltak for å øke effektiviteten. Videre kan man ved prosjektets slutt få en oversikt over hvilke årsak flest som førte til at deltakere ikke møtte opp, ikke var forberedt eller til at mål ikke ble utført, og innføre tiltak til neste prosjekt som en del av den kontinuerlige forbedringen.

VDC-ANALYSE: DELTAKERE OG ÅRSAKER

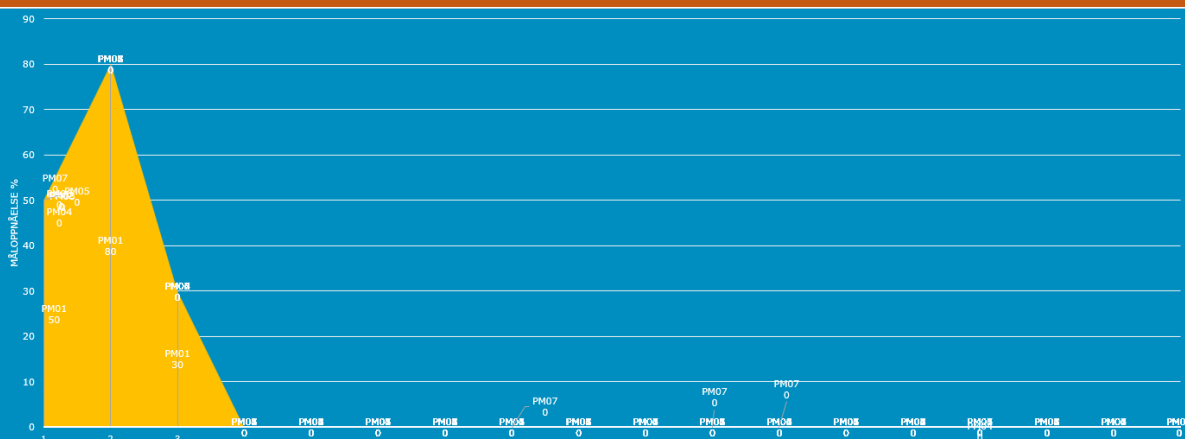
OPPMØTE: ÅRSAK IKKE MØTT

--	--

FORBEREDELSE: ÅRSAK IKKE FORBEREDT

--	--

MÅLOPPNÅELSE & BESLUTNING



ÅRSAKER TIL MÅL IKKE UTFØRT

--	--

Figur 42: Grafisk fremstilling av resultatet for alle ICE-sesjoner i prosjektet

6 Konklusjon

Opgavens formål er å vurdere muligheten for en mer effektiv beslutningsprosess ved å implementere VDC rammeverket med hovedfokus på målinger og ICE, som er to sentrale elementer i VDC. Problemstillingen som oppgaven forsøker å besvare er *hvordan kan implementering av VDC rammeverket med hovedfokus på målinger og ICE bidra til en mer effektiv beslutningsprosess*. For å besvare problemstillingen er det benyttet observasjons- og litteraturstudie, en spørreundersøkelse og fire semistrukturerte intervju av nøkkelpersoner i Rambøll. Dette kapittelet presenterer en kortfattet konklusjon av problemstillingen med bakgrunn i teori- og diskusjonskapittelet og hovedfunnene i studiet. Først blir det redegjort for noen av utfordringene i en beslutningsprosess som er funnet i studiet, og deretter beskrive hvordan VDC rammeverket med hovedfokus på målinger og ICE kan bidra til å løse utfordringene.

Hvordan kan implementering av VDC rammeverket med hovedfokus på målinger og ICE bidra til en mer effektiv beslutningsprosess?

Funnene i studiet har vist tydelig at utfordringene i en beslutningsprosess omfatter:

- Mangel på riktig beslutningstakere til riktig tid
- Manglende forberedelser og beslutningsunderlag
- Sesjonene er ikke godt planlagt i forkant
- Dårlig prosjektorganisering
- Dårlig kommunikasjon- og informasjonsflyt
- Lang ventetid mellom fagene
- Lite anvendelse av målinger som er knyttet opp mot kundens- og prosjektets mål
- De kontrollerbare faktorene blir ikke identifisert, som er viktige for å styre prosjektet mot ønsket utfall
- Mangel på kontinuerlig forbedring

Implementering av VDC rammeverket med hovedfokus på målinger og ICE kan bidra til en mer effektiv beslutningsprosess ved at det er større fokus på forberedelser, gjennomføring og forbedring i prosjektene. Flere av nøkkelpunktene i ICE-metodikk som er presentert i denne oppgaven vil kunne løse mange av utfordringene i en beslutningsprosess. Ved at de fokuserer på forankring og kunnskap i organisasjonen, samlokalisering som styrker deling på tvers av prosjektet, tidlig sesjonsplanlegging, tydelig gjennomføring og kontinuerlig forbedring. Det er mer fokus på forberedelse før en sesjonsplanlegging ved at det kartlegges hvilke parter som må være med i beslutningsprosessen, for å sikre at de riktige beslutningstakerne er til stede til riktig tid. Et tiltak for å kartlegge hvilke parter som må være med i beslutningsprosessen er å gjennomføre en interessentanalyse. ICE-sesjonene bør planlegges og tilpasses hver enkelt sesjon i forhold til agenda, varighet, kompleksitet, forberedelser, roller og utforming av prosjektorganiseringen for å sikre god kvalitet av prosessen. Sesjonsplanleggingen skal beskrive tydelig formålet med prosjektet, målsetningen og

agenda, og hvilke forberedelser som kreves fra hver enkelt disiplin i forkant slik at det foreligger tilstrekkelig beslutningsunderlag.

VDC stiller krav til god kommunikasjon og informasjonsflyt, som kan oppnås ved å kombinere ICE og BIM på tidlig stadie for bedre planlegging, økt kommunikasjonsflyt og færre misforståelser. Dette bidrar til at prosjektdeltakerne kan skape en felles visjon om bygget, dens funksjoner og et felles mål for prosjektet som er viktig i en beslutningsprosess. BIM øker den tverrfaglige forståelsen, og legger til rette for å kunne visualisere ulike alternativer til løsning, som igjen fører til bedre beslutningsunderlag. Dette gjør det enklere for beslutningstakere å ta en beslutning når de har en bedre forståelse av de ulike alternativene. I tillegg bidrar bruken av ICE til at BIM-arbeidet kan effektiviseres ved å jobbe samtidig i arbeidssesjoner. Ved å koble LPS og ICE kan man tidlig i prosjektet se når beslutninger må tas og dermed planlegge tidlig i prosessen. Dette vil gi fagene god tid til å planlegge sine arbeidsoppgaver for å bli ferdig i henhold til fremdriftsplanen for å unngå ventetid mellom fagene. VDC fokuserer på involverende planlegging som gir prosjektdeltakerne større tilhørighet og eierskap til prosjektet, og dermed er klar over egne bidrag.

Gjennom bruk av målinger kan man oppnå prosjektets målsetninger, og ved å koble målingene mot PDCA kan målinger brukes til å forbedre prosjektytelsen kontinuerlig. Videre fokuserer VDC rammeverket på å identifisere de kontrollerbare faktorene som er viktige for å kunne styre prosjektet mot ønsket utfall. Både målingene og de kontrollerbare faktorene bør identifiseres basert på kundens- og prosjektetsmål som er to essensielle mål for prosjektet. Ved å identifisere kundes viktige målsetninger og konkrete krav gir det prosjektgruppen mulighet til å formulere interne målsetninger og krav. Kombinerer man de interne målsetningene med de kontrollerbare faktorer og målinger, vil prosjektgruppen kunne styre prosjektet mot ønskede utfall. I tillegg til å måle prosjektets resultater, fokuserer PDCA på å identifisere årsaker til resultatet ved å gjennomføre årsaksvirkningsanalyse. Analysen er et hjelpemiddel for kontinuerlig forbedring, og for å få en bedre forståelse av prosjekterings- og byggeprosessens avhengigheter som er viktig i en beslutningsprosess.

ICE-sesjonsplan er et godt rammeverk som ivaretar flere av nøkkelpunktene for en vellykket ICE-sesjon og beslutningsprosess ved at den fokuserer på forberedelser, gjennomføring og forbedring. ICE-sesjonsplan tilpasses hver enkelt sesjon i forhold til tydelig definerte mål og samme oppfattelse av mål som er viktig for en vellykket beslutningsprosess. Videre beskriver planen hvilke deltakere som bør delta, hvilke forberedelser som bør gjøres i forkant, og hvilke beslutninger som bør være resultat av sesjonen. Målingene i ICE-sesjonsplan identifiserer årsaker til at mål ikke blir utført, og basert på årsakene kan en også identifisere de kontrollerbare faktorene som nevnt er viktig for å styre prosjektet mot ønsket utfall. Ved bruk av ICE-sesjonsplan kan man i enklere grad iverksette VDC teori i prosjektene, som igjen vil forbedre effektiviteten og legge til rette for kontinuerlig forbedring.

7 Videre arbeid

Dette studiet har benyttet kvalitative forskningsmetoder, og resultatene baserer seg i stor grad på subjektive erfaringer. Det er gjennomført intervjuer med fire nøkkelpersoner i samme organisasjon. Det hadde vært en fordel å gjennomføre ytterligere datainnsamlinger med flere intervjuobjekter fra forskjellige organisasjoner. Som nevnt ble ikke ICE-sesjonsplan benyttet i casestudie, og det hadde vært interessant å iverksette planen gjennom et helt prosjektførløp for å se effekten i praksis. Casestudie Mortensrud Idrettsanlegg var ikke et VDC-prosjekt, og det anbefales å gjennomføre en kvalitativ studie på et større antall VDC-prosjekter etter hvert som bransjen opparbeider seg mer erfaring. Denne studien har lagt hovedfokus på målinger og ICE i VDC, og det hadde vært interessant å gå i dybden på flere av VDC-elementene. Det hadde også vært interessant å gå forske på hvordan VDC kan implementeres i Rambølls gjennomføringsmodell.

Referanser

- AL-JIBOURI, S. & HAPONAVA, T. 2011. Proposed system for measuring project performance using process-based key performance indicators *Journal of management in engineering*.
- ANDERSEN, G. 2019. *Valg av forskningsmetode* [Online]. Available: <https://ndla.no/nb/subjects/subject:19/topic:1:195989/topic:1:195829/resource:1:56937> [Accessed].
- ANSETH, T. M. 2019. *Optimalisering av Virtual Design and Construction (VDC) i prosjektering*. Master, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- AUTODESK. 2020. *What is BIM?* [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/solutions/bim> [Accessed 02.04.20].
- BAGLO, C. 2017. *Kvalitet i beslutningstaking ved BIM prosjektering*. Master, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- BALLARD, G. 2008. The Lean Project Delivery System: An update.
- BALLARD, G. & HOWELL, G. 1998. Shielding production: An essential step in production control.
- BALLARD, G. & HOWELL, G. 2004. An update on Last Planner. Paper presented at IGLC.
- BALLARD, G., KOSKELA, L., HOWELL, G. & IRIS, T. D. 2002. Lean Construction Tools and Techniques. In: *Design and Construction: Building in Value*.
- BALLARD, H. G. 2000. The Last Planner System of Production Control.
- BASSIONI, A. H., PRICE, D. A. & HASSAN, M. T. 2004. Performance measurement in construction. *Journal of management in engineering*.
- BEATHAM, S., ANUMBA, C., THORPE, T. & HEDGES, I. 2004. KPIs: a critical appraisal of their use in construction. *Benchmarking: an international journal*
- BELSVIK, M. R. 2019. *Målinger i VDC-prosjekter*. Master, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- BICHARRA, G., ANA, C., KUNZ, J. & FISCHER, M. 2003. Meeting Details: Methods to instrument meetings and use agenda voting to make them more effective CIFE Technical Report.
- BREKKHUS, A. 2019. *Har lansert metode for samtidig prosjektering fritt på nett* [Online]. <http://www.bygg.no/article/1418647>: Byggeindustrien. [Accessed 14.03.20].
- BUILDINGSMART. 2018. *Nytt masterstudium i "Digitale byggeprosesser" ved NTNU Gjøvik* [Online]. <https://buildingsmart.no/nyhetsbrev/2018-01/nytt-masterstudium-i-digitale-byggeprosesser-ved-ntnu-gjovik>. [Accessed 17.03.20].

- CHRISTIANSEN, T. & LEVITT, R. 1992. The Virtual Design Team - Using Simulation of Information Processing to Predict the Performance of Project Teams". CIFE, Stanford University
- CLARK, D. M., SILVESTER, K. & KNOWLES, S. 2013. Lean management systems: creating a culture of continuous quality improvement
- CLAYTON, M. J., WARDEN, R. B. & PARKER, T. W. 2002. Virtual construction of architecture using 3D CAD og simulation.
- COOPER, D. R. & SCHINDLER, P. 2008. *Business research methods*.
- DAHLUM, S. & WÆHLE, E. 2018. *case-studie* [Online]. Store norske leksikon Available: <https://snl.no/case-studie> [Accessed 15.02.20].
- DALLAND, O. 2017. *Metode og oppgaveskriving 6.utgave. Gyldendal Akademisk*.
- EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R. & LISTON, K. 2008. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers*.
- ELIZA. 2009. *Hva er en Kickoff Meeting?* [Online]. <https://www.notmywar.com/hva-er-en-kickoff-meeting/>: Notmywar. [Accessed 04.04.20].
- FANGEN, K. 2015a. *Kvalitativ metode* [Online]. DE NASJONALE FORSKNINGSETISKE KOMITEENE. Available: <https://www.etikkom.no/FBIB/Introduksjon/Metoder-og-tilnarminger/Kvalitativ-metode/#Observasjonsstudier> [Accessed 15.02.20].
- FANGEN, K. 2015b. Kvalitativ metode. De nasjonale forskningsetiske komiteene.
- FISCHER, M., KHANZODE, A., REED, D. & ASHCRAFT, H. W. 2017. Integration project delivery.
- FORBES, L. H. & AHMED, S. M. 2011. Modern Construction: lean project delivery and integrated practices
- FOSSE, R., BALLARD, G. & FISCHER, M. 2017. Virtual Design and Construction: Aligning BIM and lean in practice.
- FRUCHTER, R. 1999. Architecture/Engineering/Construction Teamwork: A Collaborative Design and Learning space. *Computing in Civil Engineering*.
- GRØNMO, S. 2020. *Kvalitativ metode* [Online]. Available: https://snl.no/kvalitativ_metode [Accessed 30.01.20].
- HAANÆS, S., HOLTE, E. & LARSEN, S. V. 2004. Beslutningsunderlag og beslutninger i store statlige investeringsprosjekter. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- HABBESTAD, S. M. 2018. *Vil det være hensiktsmessig å digitalisere og standardisere Last Planner System?* Master, Universitetet i Stavanger.
- HAGEN, K. S. 2017. *Lean Construction: Suksessfaktorer og barrierer ved implementering i norske byggebedrifter*. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- HERMUNDSGÅRD, M. 2015. Integrated Concurrent Engineering: Samtidig prosjektering for byggeprosjektet.
- HOFFMAN, T. 2013. Hva kan vi bruke kvalitativ forskning til?

- HOLME, I. M. & SOLVANG, B. K. 1997. *Forskningsmetodik - om kvalitative og kvantitative metoder*.
- HOWELL, G. 1999. What is Lean Construction.
- HUGHES, S. W., TIPPETT, D. D. & THOMAS, K. W. 2004. Measuring project success in the construction industry. *Engineering Management Journal*.
- INSTITUTE, L. C. 2014. Available: www.leanconstruction.org [Accessed 07.03.20].
- JACOBSEN, D. 2005. *Hvordan gjennomføre undersøkelse? 2. Utgave*. Høyskoleforlaget.
- JUPP, J. 2017. *4D BIM for Environmental Planning and Management*.
- KHANZODE, A., FISCHER, M., REED, D. & BALLARD, G. 2006. A Guide To Applying the Principles of Virtual Design And Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process.
- KNOTTEN, V. & SVALESTUEN, F. 2014. Implementing Virtual Design and Construction (VDC) In Veidekke-Using Simple Metrics to Improve The Design Management Process.
- KNOTTEN, V., SVALESTUEN, F., HANSEN, G. K. & LÆDRE, O. 2015. Design management in the building process- a review of current literature. *Procedia Economics and Finance*.
- KOO, B. & FISCHER, M. 2000. Feasibility study of 4D CAD in commercial construction. *Construction Engineering and Management*.
- KOSKELA, L. J., BALLARD, G. & TOMMELEIN, I. 2002. The foundations of lean construction.
- KRISTIANSEN, J. E. 2002. Visualisering av statistikk. Statistisk sentralbyrå: Seksjon for informasjon og publisering.
- KUNZ, J. & FISCHER, M. 2012. Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and implementation Suggestions
- LANGLO, J. A. 2010. *Where is the knowledge we have lost in information?: a study on communication and information quality in interorganisational project processes*. Ph.D, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- LARSSON, I. 2020. *Business intelligence og visualisering* [Online]. <https://www.knowit.no/tjenester/solutions/datadrevet-vekst-og-analyse/visualisering-av-data/>: knowit. [Accessed 18.04.20].
- LEWIS, P., SAUNDERS, M. & THORNHILL, A. 2009 *Research Methods for Business Students (5th Edition)*, Pearson Harlow.
- LIKER, J. 2004. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*
- LINGE, G. N. 2020. *Hva er egentlig VDC* [Online]. Skanska. Available: <https://relasjon.skanska.no/hva-er-egentlig-vdc/> [Accessed 22.02.20].
- MACOMBER, H., HOWELL, G. A. & REED, D. 2005. Managing Promises With the Last Planner System: Closing in on Uninterrupted Flow.
- MALTERUD, K. 2017. *Kvalitative metoder i medisinsk forskning*. Oslo Universitetsforlaget.
- MASIC, N. 2013. *Kunnskapsarbeidets tvetydighet - en analyse av psykososiale forhold og*

- arbeidsrelatert stress i kunnskapsintensivt arbeid*. . Master, Universitetet i Oslo.
- NODES, D. 2020. *Beslutningsprosesser: Effektivitet, kvalitet og læring over tid* [Online]. <https://decisionnodes.com/project/beslutningsprosesser/>: Decision Nodes. [Accessed 31.03.20].
- OKHUYSEN, N. 2020. *Hva er 5 Whys Årsaksanalyse* [Online]. Available: <https://www.storyboardthat.com/no/articles/b/5-hvorfor-mal> [Accessed 08.03.2020].
- OLSEN, T. L. A. 2015. Effektivisering av prosjekteringsprosessen med implementering av BIM, Lean Construction og VDC.
- PROSJEKTERING, S. 2020. *FoU-prosjektet* [Online]. https://www.samtidigprosjektering.no/fou-prosjektet/#FoU_Innledning. [Accessed 15.03.20].
- REDMAN, A. 2017. Bruk av VDC og 4D i Skanska-prosjekter.
- REINHOLDT, M., HJELSETH, E. & LÆDRE, O. 2019. Metrics in VDC projects.
- REKOLA, M., KOJIMA, J. & MAKELAINEN, T. 2010. Towards Integrated Design and Delivery Solutions: Pinpointed Challenges of Process Change. Architectural Engineering and Design Management.
- SALEM, O. M., ASCE, M. & SOLOMON, J. 2006. Lean Construction: From Theory to Implementation.
- SAMSET, K. 2014. Forskningsmetode. NTNU Fordypningsfag.
- SHREYER, M., HARTMANN, T., FISCHER, M. & KUNZ, J. 2002. CIFE iRoom XT Design and Use. CIFE Technical Report.
- SSB, S. S. 2018. *Produktivitetsfall i bygg og anlegg* [Online]. <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg>: Statistisk sentralbyrå. [Accessed 16.03.20].
- STATSBYGG 2013. Bygg med fremtidens miljøkrav.
- SUNNEVÅG, K. J. 2007. Beslutninger på svakt informasjonsgrunnlag
Tilnærminger og utfordringer i prosjekters tidlige fase. *Concept rapport Nr 17*. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- SVARTDAL, F. 2019. *Eksperiment* [Online]. Available: <https://snl.no/eksperiment> [Accessed 02.03.20].
- THODESEN, S. 2018. *Produktivitetsfall i bygg og anlegg* [Online]. <https://www.ssb.no/byggbolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/produktivitsfall-i-bygg-og-anlegg>. [Accessed 13.03.20].
- TJELL, J. 2010. *Building Information Modeling (BIM in Design Detailing with Focus on Interior Wall Systems)*. Master.
- TJORA, A. 2010. Kvalitative forskningsmetoder i praksis. 1. utgave. Gyldendal Norsk Forlag. .
- UTDANNINGSDIREKTORATET 2019. Metodehåndbok for tilsyn.

VIKO. 2019. *Kildekritikk* [Online]. Available: <http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk> NTNU. [Accessed 17.02.20].

YIN, R. K. 2014. *Case Study Research: Design and Methods*. 5. Utgave.

ØYEN, A. B. 2019. *Elementer i VDC og beslutningsprosesser under prosjektering*. Master, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

BUSCH, T. 2013 *Akademisk skriving – For bachelor- og masterstudenter*. 1. utgave. Oslo:Fagbokforlaget.

8 Vedlegg

Vedlegg A NSD kvittering for meldeskjema

Vedlegg B Informasjonsskriv

Vedlegg C Intervjuguide

Vedlegg D Spørreundersøkelse

Vedlegg A – NSD kvittering for meldeskjema

21.4.2020

Meldeskjema for behandling av personopplysninger



NSD sin vurdering

Prosjekttittel

Masteroppgave

Referansenummer

942814

Registrert

04.03.2020 av Rawand Mohamed - rawandm@stud.ntnu.no

Behandlingsansvarlig institusjon

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

Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

Eilif Hjelseth, eilif.hjelseth@ntnu.no, tlf: 95266100

Type prosjekt

Studentprosjekt, masterstudium

Kontaktinformasjon, student

Rawand Mohamed, rawandm@stud.ntnu.no, tlf: 91814327

Prosjektperiode

02.01.2020 - 10.06.2020

Status

06.03.2020 - Vurdert

Vurdering (1)

06.03.2020 - Vurdert

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet den 06.03.2020 med vedlegg, samt i meldingsdialogen mellom innmelder og NSD. Behandlingen kan starte.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde:

https://nsd.no/personvernombud/meld_prosjekt/meld_endringer.html

<https://meldeskjema.nsd.no/vurdering/5e3881b2-85c8-4f9d-a00c-49dac6d9eb02>

1/2

Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 10.06.2020.

LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake. Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

PERSONVERNPRINSIPPER

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke viderebehandles til nye uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: åpenhet (art. 12), informasjon (art. 13), innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), underretning (art. 19), dataportabilitet (art. 20).

NSD vurderer at informasjonen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og eventuelt rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!

Kontaktperson hos NSD: Simon Gogl
Tlf. Personverntjenester: 55 58 21 17 (tast 1)

Vedlegg B – Informasjonsskriv

Vil du delta i forskningsprosjektet

” Hvordan kan implementering av VDC rammeverket bidra til en mer effektiv beslutningsprosess?”

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan en implementering av VDC-rammeverket kan bidra til en mer effektiv beslutningsprosess. I dette skrevet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål - Masteroppgave

Tema for oppgaven er «Virtual Design and Construction (VDC)», hvor vi ønsker å se på effektivisering av beslutningsprosessen ved bruk av målinger (metrics).

Problemstillingen for oppgaven lyder som følger: *Hvordan kan implementering av VDC rammeverket bidra til en mer effektiv beslutningsprosess?*

Med følgende forskningsspørsmål:

1. Hvilke utfordringer i en beslutningsprosess kan VDC rammeverket bidra til å løse?
2. Hvilke aktiviteter/tiltak kan bidra til en effektiv beslutningsprosess?
3. Hvordan kan bruk av ICE-sesjonsplan bidra til effektivisering av beslutningsprosessen?

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet er ansvarlig for prosjektet.

Ekstern oppdragsgiver er Rambøll.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Utvalget er trukket ut ved hjelp av ekstern veileder i Rambøll, hvor de aktuelle for oppgaven er valgt.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du svarer på noen spørsmål gjennom et intervju. Vi vil utarbeide en intervjuguide med spørsmål som skal stilles, og denne blir sendt ut en uke før selve intervjuet slik at man kan forberede seg. Det vil bli tatt lydopptak av intervjuet, denne vil bli slettet etter at de viktigste dataene er transkribert.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger om deg vil da bli anonymisert. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektet skal etter planen avsluttes 10.06.2020. Alle personopplysninger blir anonymisert og lydopptakene slettes ved prosjektslutt.

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,

- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Student: Rawand Mohamed
E-post: rawandm@stud.ntnu.no
Tlf: 91814327

Veileder NTNU: Eilif Hjelseth
E-post: eilif.hjelseth@ntnu.no
Tlf: 95266100
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen, NTNU
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig Eilif Hjelseth
(Forsker/veileder)

Student Rawand Mohamed

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet [*Hvordan kan implementering av VDC rammeverket bidra til en mer effektiv beslutningsprosess?*], og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- at opplysninger om meg publiseres slik at jeg kan gjenkjennes [Stillingsbeskrivelse som blir brukt i rapporten]
- at mine personopplysninger lagres etter prosjektslutt. Lydopptak blir slettet etter transkribering.

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, ca. 10.06.20

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Intervjuguide

Introduksjon

Mitt navn er Rawand, jeg er 24 år gammel og fullfører i år en sivilingeniørgrad i bygg- og miljøteknikk med studieretning, Digitale byggeprosesser ved NTNU. Jeg er fulltidsansatt ved siden av masterstudiet som prosjektleder for Ringsaker Vegg- og Takelementer AS. Før dette fullførte jeg våren 2018 en bachelorgrad i ingeniørfag - bygg med spesialisering innenfor konstruksjonsteknikk.

Implementering av Virtual Design og Construction (VDC) er en stadig økende trend i den norske byggebransjen, og målinger er et sentralt aspekt ved VDC for å optimalisere og effektivisere prosjektene. Samtidig er målinger lite utbredt i tradisjonelle prosjekter, og det er vanskelig å definere målinger som både er gjennomførbare og tilfører prosjektene verdi. Et viktig aspekt for fremdrift i prosjekter er beslutningsprosessen. For å lykkes med store prosjekter er man avhengig av riktige beslutninger, til riktig tid, på riktig underlag. I samarbeid med oppdragsgiver Rambøll er VDC valgt som tema, hvor vi ønsker å se på effektivisering av beslutningsprosessen ved implementering av VDC.

Problemstillingen for oppgaven lyder som følger: **Hvordan kan implementering av VDC rammeverket bidra til en mer effektiv beslutningsprosess?**

Med følgende forskningsspørsmål:

1. Hvilke utfordringer i en beslutningsprosess kan VDC rammeverket bidra til å løse?
2. Hvilke aktiviteter/tiltak kan bidra til en effektiv beslutningsprosess?
3. Hvordan kan bruk av ICE-sesjonsplan bidra til effektivisering av beslutningsprosessen?

Detaljer rundt intervjuet

For å få mest mulig ut av intervjuet og unngå mistolkninger blir samtalen tatt opp, samtidig som det noteres. Lydopptaket vil transkriberes i etterkant av samtalen, og deretter slettes. Intervjuet vil være semi-strukturert, og spørsmålene er kun et hjelpemiddel for å besvare forskningsspørsmålene. Det kan hende noen spørsmål ikke stilles eller at nye spørsmål kommer til avhengig av hvordan samtalen flyter.

Bakgrunn:

1. Hva er din rolle i Rambøll?
2. Hva er din bakgrunn, erfaring?
3. Er du VDC-sertifisert, eller har du noe relevant kurs innen VDC, Lean el.?

VDC og målinger:

1. Hvilken erfaring har du med prosjekter som har implementert VDC-elementer?
2. Hvilke elementer av VDC mener du gir forbedringspotensialet fra tradisjonelle prosjekter?

3. Hvilken erfaring har med å etablere målinger med kunde?
4. Hvordan opplever du målingene? (Hva måles, tidsbruk, aktørene innsats, fordeler/ulempes med målinger)

ICE:

1. Hva er ICE-sesjoner for deg? (et stort rom med touchskjermer, samlokalisering, tverrfaglig koordinering osv..)
2. Hvordan skiller ICE seg fra tradisjonelle møter?
3. Mener du at det blir planlagt godt i forkant av ICE-sesjonene? (riktig agenda, definerte mål, tydelige forberedelser og avklaringspunkter)
4. Hvilke aktiviteter/tiltak kan bidra til en effektiv ICE-sesjon?
5. På hvilken måte bedrer møteformen ICE beslutningsprosessen tror du?
6. Har du kjennskap til ICE-sesjonsplan? Hvis nei, har du kjennskap til andre sesjonsplaner?
7. Hvis du har kjennskap til ICE-sesjonsplan, hvordan tror du den kan effektivisere beslutningsprosessen?
8. Har du erfart andre type målinger for møter og beslutningsprosesser enn ICE-sesjonsplan? Hvis ja, hvilke målinger?

Beslutningsprosesser:

1. Hva mener du er de største utfordringene i en beslutningsprosess? Og hvordan har de blitt løst?
2. Hva mener du er de største utfordringene i en beslutningsprosess når prosjektet er i tidligfase?
3. I hvilken grad mener du at de rette beslutningstakerne er til stede på møtene?
4. Hvilke utfordringer i en beslutningsprosess tror du VDC rammeverket kan bidra til å løse?
5. Hvordan mener du arbeidsmetodikkene tradisjonell vs VDC (planlegging, møteform, digitale hjelpemidler) påvirker beslutningsprosessen?
6. Hvilke aktiviteter/tiltak mener du kan bidra til en effektiv beslutningsprosess?
7. Har du erfaring med prosjekthotellet, *Planview Projectplace* i forhold til aksjonslogg-funksjonen? Hvis nei, har du erfaring med andre prosjekthoteller og lignende funksjoner?
8. Hvordan måles beslutningsprosessen i Rambøll sine prosjekter i dag?
9. Hvordan bør beslutningsprosessen måles? (hva bør måles, hvor mye tid bør brukes på målinger, hvor mye innsats bør de ulike aktørene legge inn, hvem skal ha nytte av målingene, i hvilken fase er det nyttig å måle og hvorfor?)

Avslutning:

1. Hvordan mener du VDC bør implementeres i Rambøll?
2. Er det noe du mener jeg har glemt/utelatt å spørre om som det kan være hensiktsmessig å inkludere i arbeidet mitt?

Vedlegg D – Spørreundersøkelse

1 Hvor relevant var agendaen for deg?

0 1 2 3 4 5
Ekstremt dårlig Ekstremt bra

2 Hvor effektiv var møtet for deg?

0 1 2 3 4 5
Ekstremt dårlig Ekstremt bra

3 Hvor godt forberedt var du til møtet?

0 1 2 3 4 5
Ekstremt dårlig Ekstremt bra

4 Hvor godt forberedt føler du de andre aktørene var til møtet?

0 1 2 3 4 5
Ekstremt dårlig Ekstremt bra

