

Ingard Jensen

VDC i små samferdselsprosjekter

Masteroppgave i Veg og jernbane

Veileder: Eilif Hjelseth

Mai 2022

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

Ingard Jensen

VDC i små samferdselsprosjekter

Masteroppgave i Veg og jernbane
Veileder: Eilif Hjelseth
Mai 2022

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



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Virtual Design and Construction (VDC) er blitt en populær prosjekteringsmetode i norsk bygg- og anleggsindustri. Både offentlige og private byggherrer etterspør metoden i sine kontrakter og rådgiverne ønsker også på eget initiativ å ta i bruk metoden. VDC har til hensikt å øke kvaliteten og effektivisere prosjekteringsarbeidet og gjennomføringen ved hjelp av metoder for tverrfaglig samarbeid og bruk av digitale visualiseringsverktøy. I samferdselsprosjekter brukes metoden først og fremst i de store prosjektene. De små samferdselsprosjektene gjennomføres ofte med en mer tradisjonell og sekvensiell prosjekteringsmetode.

I denne masteroppgaven er det undersøkt hvordan VDC kan gjennomføres også i små prosjekter. Det er sett på krav til kunnskaper blant prosjektdeltakerne, hvilke roller som bør bemannes, gjennomføring av ICE-møter (Integrated Concurrent Engineering) og rutiner for VDC i små prosjekter, samt effekter av å innføre VDC i små prosjekter.

Prosjekt E39 Bokn – Hope ble brukt som en case-studie for å evaluere hvordan VDC kan implementeres i små prosjekter. E39 Bokn – Hope er et stort samferdselsprosjekt som aktivt benytter VDC-metodikken. Det ble gjennomført en spørreundersøkelse om VDC i prosjektet hvor både byggherren og rådgiveren svarte. Videre ble det gjennomført intervjuer med prosjektledere i Rambøll for å samle inn informasjon om hvordan VDC kan benyttes i små prosjekter i tillegg til en litteraturstudie på emnet.

Resultatene fra masteroppgaven tyder på at VDC både bør og kan gjennomføres i små prosjekter. Resultatene tyder videre på at små prosjekter kan oppnå de ønskede effekter fra VDC målt i effektivitet og kvalitet, men metoden og dens elementer bør skaleres for å treffe behovene i de små prosjektene og ressursene som er tilgjengelig. En anbefaling ble også gitt om at det må gjennomføres mer opplæring i VDC som metode for å kunne få utbytte av den i små prosjekter og at prosjektdeltakerne får nødvendig opplæring og tilgang til utstyr og programvare knyttet til VDC. Det ble også anbefalt at rollen som BIM-ansvarlig gjøres obligatorisk i prosjekter som bruker VDC og at målinger brukes mer aktivt i små prosjekter. Det ble til slutt anbefalt at man benytter metodikken bak ICE-møter, men at også disse skaleres til å møte prosjektets behov og ressurser.

Spørreundersøkelsen avdekket også at 78% av de spurte i prosjekt E39 Bokn - Hope (ekskludert de som svarte «vet ikke») var enten helt enige eller delvis enig i påstanden om at VDC-metodikken bør brukes mer i små prosjekter.

Abstract

Virtual Design and Construction (VDC) is becoming a popular method of designing within the Norwegian construction industry. Both public and private builders are making VDC a preferred design method in contracts. In addition, companies are seeing the benefits of VDC and wish to use the method at own will. The purpose of VDC is increasing the quality and efficiency of design work and construction by using methods of an interdisciplinary strategy and digital visualisation tools. Today it is mostly the large transport projects that uses VDC. Small transport projects tend to still use a traditional and sequential method of design.

This master thesis has evaluated how VDC can be done in small projects. The thesis has looked at knowledge requirements required within the projects, what roles are required, the execution of ICE-meetings (Integrated Concurrent Engineering) and routines for small projects, as well as the effects of introducing VDC in small projects.

Project E39 Bokn – Hope was used as a case-study to evaluate how small projects can utilize VDC. E39 Bokn – Hope is a large transport project which fully uses the VDC methodology. A survey targeting both the client and the consultant was performed in addition to interviews with experienced project managers at Rambøll to gather information on how to implement VDC in small projects. Also, a literature study was performed.

The results from the master thesis indicates that VDC both should and can be used in small projects. The results indicates that it is possible to achieve the desired effects in increased efficiency and quality, but the method needs to be adapted to meet the needs and available resources of small projects. Further it is recommended that personnel receive the required education in VDC as a method as well as how to use technical equipment and software related to VDC. It is recommended that the role as BIM-manager is obligatory in projects using the VDC method and that metrics is used actively in small projects. It is also recommended to use the methodology of ICE-meeting but adapted to meet the needs and recourses of small projects.

Additionally, the survey carried out in project E39 Bokn – Hope showed that 78% of the persons asked (excluding those who answered "I do not know") either strongly agreed or partly agreed to the claim that VDC should be used more in small projects.

Forord

Denne masteroppgaven markerer en avslutning på studiet erfaringsbasert mastergrad i veg og jernbane ved Norges teknisk-naturvitenskapelige Universitet (NTNU) og institutt for bygg- og miljøteknikk våren 2022. Masteroppgaven er gjennomført som et deltidsstudie ved siden av jobb hos Rambøll Norge AS.

Jeg ønsker å takke Rambøll for tiltrettelegging for blant annet intervjuer med prosjektledere og spørreundersøkelsen i prosjekt E39 Bokn-Hope, samt Statens Vegvesen for deltakelse i spørreundersøkelsen. Videre ønsker jeg å takke veileder Eilif Hjeltseth ved NTNU som har bidratt med sin kunnskap om VDC.

Til slutt ønsker jeg å takke min kone og familie som har bidratt til at jeg har kunne gjennomføre et masterprogram og masteroppgave ved siden av full jobb.

Innhold

Figurer	x
Tabeller	xii
1 Introduksjon	14
1.1 Bakgrunn	14
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål	15
1.3 Omfang og begrensninger	15
1.4 Oppgavens oppbygning	16
1.5 Forkortelser	16
2 Metode	18
2.1 Innledning	18
2.2 Forskningsmetode	18
2.3 Case-studie	20
2.4 Valg av forskningsmetode og design	21
2.5 Datainnsamling	21
2.6 Evaluering av datainnsamlingen	25
3 Teori	33
3.1 Planlegging av veganlegg i Norge	33
3.2 Kostnader knyttet til planlegging og prosjektering	35
3.3 Utvikling av 3D-verktøy og informasjonsmodeller	38
3.4 Krav til modellbasert prosjektering hos byggherrene	40
3.5 Prosjekteringsfasen	44
3.6 Virtual Design and Construcion (VDC)	52
3.7 Samtidig prosjektering	58
3.8 VDC i Rambøll	58
3.9 VDC i prosjekt E39 Bokn - Hope	60
3.10 Tekniske og menneskelige krav knyttet til VDC	62
3.11 Oppsummering: Sammenligning av VDC-metodikken og tradisjonell prosjekteringsmetode	63
4 Resultater	65

4.1	Intervjuer med prosjektledere	65
4.2	Spørreundersøkelsen i prosjekt E39 Bokn - Hope	73
5	Drøfting	94
5.1	Forskningsspørsmålene	94
5.2	Studiens gyldighet og pålitelighet	105
6	Konklusjon	106
6.1	Videre arbeid	107
7	Referanser	108
	Vedlegg	114

Figurer

Figur 1 – Spørreundersøkelsen: fagområdet til respondentene	29
Figur 2 – Overordnet skjematisk fremstilling av planprosessen (Statens Vegvesen, u.d.)	34
Figur 3 - Skjematisk fremstilling av reguleringsplan (Statens Vegvesen, u.d.)	35
Figur 4 - Illustrasjon som viser kostnader i forhold til tid og prosjektfaser (Statens Vegvesen, 2021)	36
Figur 5 – Illustrasjon som viser påvirkningsmulighetene i forhold til tid og prosjektfaser (Statens Vegvesen, 2021)	37
Figur 6 - Oversikt over drivere, potensial for kostnadsreduksjon og mulige tiltak (Samferdselsdepartementet, 2021)	37
Figur 7 – Illustrasjon hentet fra Vegvesen.no (Statens Vegvesen, u.d.). Foto: Thor Sigurd Thorsen.....	38
Figur 8 – Alle faser av byggeprosessen, utklipp fra (Meland, 2000)	45
Figur 9 – Figuren viser ulike nivåer av integrasjon av prosjektering (Chachere, Kunz, & Levitt, 2009).....	46
Figur 10 - Figuren viser Rambøll Norges prosjektprosessen hvor beslutningsporter (BP) og beslutningsunderlag (BU) er merket. Kilde: Rambølls kvalitetssystem K3	48
Figur 11 - "PI-tool" og vurdering av honorarstørrelser i Rambølls kvalitetssystem K3	49
Figur 12 - Figuren viser prosjekteringsfasen med aktiviteter på en tidsakse i Rambølls K3 kvalitetssystem (BIM-Guide - Del 1 - Digital prosjektering i Rambøll).....	50
Figur 13 - Eksempel på hvordan ICE-møter kan gjennomføres i Rambølls K3 kvalitetssystem (Del 2.1 – PGL prosessbeskrivelser for byggprosjektering)	51
Figur 14 – VDC-rammeverket slik som fremstilt av (Kunz & Fisher, Virtual design and construction, 2020)	53
Figur 15 - Eksempel på skjema for ICE-sesjoner (Haneborg, 3 tips for et vellykket ICE- møte, 2020)	54
Figur 16 - Oppdeling av ICE-sesjoner i ulike typer (Haneborg, Prosjektbloggen.no, 2021)	56
Figur 17 – Eksempel på 3D-modell med gang- og sykkelveg og støttemurer	57
Figur 18 - Sesjonsplan for Samtidig Prosjektering (SP) i Rambølls kvalitetssystem K3 ...	59
Figur 19 - Forslag til visuell planlegging i Rambølls K3 kvalitetssystem	60
Figur 20 – Figuren illustrerer hvordan Rambøll skal bruke VDC-metodikken for å oppnå målene i prosjektet (hentet fra Rambølls oppdragsbeskrivelse for prosjekt E39 Bokn – Hope)	60
Figur 21 – Veglinjer i over terreng (eksempel fra GIS-plattform)	62
Figur 22 - Bilde hentet fra Vegvesen.no (Statens Vegvesen, 2022)	74

Figur 23 – Fremdriftsplan for prosjekt E39 Bokn – Hope (Statens Vegvesen, 2022)	74
Figur 24 Spørreundersøkelsen: Erfaring med store prosjekter (ekskludert E39 Bokn - Hope)	75
Figur 25 Spørreundersøkelsen: Erfaring med VDC i store prosjekter (ekskludert E39 Bokn - Hope)	76
Figur 26 Spørreundersøkelsen: Erfaring med VDC i store prosjekter fordelt på organisasjonstilhørighet (ekskludert E39 Bokn - Hope).....	76
Figur 27 Spørreundersøkelsen: Erfaring med små prosjekter	77
Figur 28 Spørreundersøkelsen: Erfaring med VDC i små prosjekter.....	77
Figur 29 - Spørreundersøkelsen: Kurs eller sertifisering fordelt på organisasjon	78
Figur 30 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av opplæring i digitale verktøy	80
Figur 31 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av opplæring gitt av arbeidsgiver.....	81
Figur 32 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av rolle i ICE-møter.....	81
Figur 33 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av agenda i ICE-møter	82
Figur 34 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av ICE-møter og samtidig prosjektering....	83
Figur 35 – Spørreundersøkelsen: Opplevelse av oppdragsgivers deltakelse i ICE-møter.	83
Figur 36 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av lengde på ICE-møter.....	84
Figur 37 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av ICE-møter og kontroll på avhengigheter og dobbeltarbeid	85
Figur 38 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av rolle i prosjekteringsmøter.....	86
Figur 39 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av agenda i prosjekteringsmøter.....	86
Figur 40 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av oppdragsgivers involvering i prosjekter med tradisjonell prosjekteringsmetode	87
Figur 41 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av arbeidsmøter/særmøter	87
Figur 42 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av prosjekteringsmøter og kontroll på avhengigheter og dobbeltarbeid	88
Figur 43 - Spørreundersøkelsen: Påstand om mer bruk av VDC i små prosjekter fordelt på organisasjon.....	89
Figur 44 - Spørreundersøkelsen: Påstand om mer bruk av VDC i små prosjekter fordelt på rolle	89
Figur 45 Spørreundersøkelsen: Påstand om mer bruk av VDC i små prosjekter fordelt på erfaring med VDC i store prosjekter	90
Figur 46 - Spørreundersøkelsen: Påstand om raskere og bedre beslutninger ved bruk av VDC.....	91
Figur 47 - Spørreundersøkelsen: Påstand om bedre samarbeid mellom disiplinene ved bruk av VDC	91
Figur 48 - Spørreundersøkelsen: Foretrukket arbeidsform (integrert/samhandlende)	92
Figur 49 - Spørreundersøkelsen: Beste metode for prosjektering	93

Figur 50 - Spørreundersøkelsen: Påstand om mer bruk av VDC i små prosjekter fordelt på erfaring med VDC i store prosjekter.....	106
---	-----

Tabeller

Tabell 1 - Forkortelser	17
Tabell 2 - Forskjeller mellom kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode	19
Tabell 3 – Søkeord i tidligere avhandlinger ved NTNU.....	22
Tabell 4 – Søkeord i Google Scholar.....	23
Tabell 5 - Spørreundersøkelsen: invitasjoner, svar og svarprosent fordelt på organisasjon	28
Tabell 6 - Spørreundersøkelsen: fordeling av alder blant respondentene.....	29
Tabell 7 - Spørreundersøkelsen: Antall invitasjoner, svar og svarprosent fordelt på rolle i prosjekt	30
Tabell 8 - Spørreundersøkelsen: Erfaring med VDC fordelt på roller	31
Tabell 9 - Spørreundersøkelsen: Deltakelse i prosjekt E39 Bokn - Hope.....	31
Tabell 10 – Sammenligning av VDC-metodikken og tradisjonell prosjekteringsmetode (Rambøll, u.d.; Tveiten, 2016; Westgaard, Arge, & Moe, 2010).....	64
Tabell 11 – Informasjon om informantene	66
Tabell 12 – Informantenes svar på spørsmål 4: Hva ønsker man å oppnå med VDC-metoden?	67
Tabell 13 – Informantenes svar på spørsmål 5: Hva kjennetegner et VDC-prosjekt?	68
Tabell 14 – Informantenes svar på spørsmål 6: Hvorfor har vi innført VDC?.....	69
Tabell 15 – Informantenes svar på spørsmål 7: Har du inntrykk av at det er i hovedsak er store prosjekter som benytter seg av VDC?	69
Tabell 16 – Informantenes svar på spørsmål 8: Kan små prosjekter nyttiggjøre seg av VDC?	70
Tabell 17 – Informantenes svar på spørsmål 9: Bør det settes noen minimumskrav (eksempelvis teknisk, prosedyrer, kunnskap og kunde) for at det skal fungere med VDC i prosjekter? Bør det lages en spesiell guide /sjekklister for små prosjekter?.....	71
Tabell 18 – Informantenes svar på spørsmål 10: Mangler det kompetanse og opplæring i små prosjekter?	71
Tabell 19 – Informantenes svar på spørsmål 11: Er støtten rundt for dårlig i små prosjekter?	72
Tabell 20 – Informantenes svar på spørsmål 12: Må man ha kurs for å delta i prosjekter som bruker VDC?	72

Tabell 21 – Informantenes svar på spørsmål 13: Kan man lære prosjektmedarbeiderne VDC i prosjektet?	72
Tabell 22 – En oversikt over viktige funn fra intervjuene med prosjektlederne.....	73
Tabell 23 - Spørreundersøkelsen: Kurs eller sertifisering i VDC.....	78
Tabell 24 - Spørreundersøkelsen: Erfaring med verktøy/metoder knyttet til VDC	79

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Temaet for denne masteroppgaven er VDC (Virtual Design and Construction) i små prosjekter (små prosjekter er definert ved konsulentonorar for prosjektering mindre enn 15 millioner kroner). Masteroppgaven er gjennomført på deltid som en del av erfaringsbasert masterprogram i veg og jernbane ved NTNU.

Bakgrunnen for at jeg valgte å skrive om dette temaet er at jeg jobber til daglig som oppdragsleder i små samferdselsprosjekt i Rambøll Norge AS. Jeg har erfart at de små prosjektene som regel styres etter tradisjonelle metoder for prosjektering hvor fremdriftsplanen låses i starten av prosjektet og prosjektet gjennomføres i stor grad av sekvensiell prosjektering. I tillegg er prosjektene som oftest tydelig inndelt i fagfelt hvor de ulike fagene i liten grad jobber tett sammen.

Min opplevelse av den tradisjonelle, sekvensielle måten å prosjektere på er at prosjektene bruker unødvendig mye tid på feilretting og at det ofte oppstår misforståelser mellom fagene i prosjektet. Dette fører igjen til at gjennomføringen av prosjektene tar lengre tid enn planlagt og at prosjektkostnadene øker.

Samtidig kjenner jeg til at de store prosjektene ofte bruker en mer integrert og samtidig prosjekteringsprosess hvor de ulike fagene jobber tettere sammen og hvor det er lagt opp til prosjekteringsmøter hvor flere fag jobber sammen. Denne måten å jobbe på har etter hvert blitt systematisert og fått navnet VDC og de fleste konsulentfirmaer i Norge promoterer denne prosjekteringsmetoden og bruker den i prosjekter, inkludert Rambøll Norge.

Jeg ønsker å undersøke om det er mulig gjennomføre VDC-metodikken i de små prosjektene, hvordan man bør gå frem og hvilke forutsetninger som må være på plass for at VDC-metoden skal fungere etter hensikten. VDC-metodikken retter seg i all hovedsak mot store og mellomstore prosjekter med lang gjennomføringstid og store ressurser og det er derfor å naturlig å dra erfaringer fra de store prosjektene og mennesker som jobber i store prosjekter.

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Formålet med denne oppgaven har vært å se på hvordan man bør gjennomføres VDC-metodikken i små prosjekter. Problemstillingen er derfor gitt ved spørsmålet

«Hvordan bør VDC-metodikken gjennomføres i små prosjekter?»

Problemstillingen gjør en antagelse om at det er fordelaktig å bruke VDC-metoden i små prosjekter, men dette må undersøkes. Jeg ønsker derfor å undersøke med erfarne prosjektledere i Rambøll om hvilke fordeler og ulemper man ser for seg ved bruk av VDC i små prosjekter. Videre ønsker jeg å se hvordan størrelsen på prosjekter påvirker valget av prosjekteringsmetoden da dette kan forklare hvorfor man ikke benytter VDC-metode mer i små prosjekter.

For å komme til kjernen av problemstillingen for oppgaven er det deretter nødvendig å se på konkrete forutsetninger for å lykkes med VDC i små prosjekter og hvilke effekter man til slutt forventer av å bruke VDC i små prosjekter.

Oppsummert er det stilt følgende forskningsspørsmål.

FS 1: Hvilke forskjeller er karakteristiske for små og store prosjekter og hvordan kan det påvirke gjennomføring av VDC?

FS 2: Hvilke kunnskaper (metode og teknisk) kreves av medarbeiderne i små prosjekter for god VDC-gjennomføring?

FS 3: Hvilke roller bør defineres for små prosjekter som benytter VDC-metoden?

FS 4: Hvilke tekniske minstekrav må være til stedet for god gjennomføring av VDC?

FS 5: Kan ICE-møter gjennomføres i digitale møter på en tilfredsstillende måte og oppnår man de samme effektene som ved fysiske møter?

FS 6: Hvilke rutiner bør ligge som minstekrav for VDC i små prosjekter?

FS 7: Hvordan bør små prosjekter måles slik at man oppnår de ønskede effektene av VDC-metoden?

FS 8: Hvilke effekter forventer man av å introdusere VDC i små vegprosjekter?

1.3 Omfang og begrensninger

Denne oppgaven konsentrerer seg om prosjekteringsfasen i norske samferdselsprosjekter. Gjennomføringsfasen er i mindre grad diskutert.

1.4 Oppgavens oppbygning

En redegjørelse for masteroppgavens oppbygging per kapittel er gitt under.

Kapittel 1 Introduksjon – Introduksjonen gir en beskrivelse av hvorfor jeg som student valgte å skrive om VDC i små prosjekter.

Kapittel 2 Metode – Metodekapittelet har til hensikt å beskrive metodene som er valgt for å svare på forskningsspørsmålene, hvordan dataene er samlet inn og hvordan disse er behandlet.

Kapittel 3 Teori - I teorikapittelet redegjøres det for hvordan planprosessen i samferdselsprosjekter er lagt opp, hvilke metoder og krav det finnes til vegprosjektering både generelt og hos Rambøll, beskrivelse av tradisjonell vegprosjektering og vegprosjektering basert på VDC-metodikken, samt viktige begrepsavklaringer.

Kapittel 4 Resultater - I resultatkapittelet redegjøres det for funnene fra intervjuene med prosjektlederne og spørreundersøkelsen i case-studiet E39 Bokn – Hope. Prosjekt E39 Bokn – Hope er også beskrevet i dette kapittelet.

Kapittel 5 Drøfting - I drøftingskapittelet vurderes forskningsspørsmålene opp mot resultatene fra intervjuene med prosjektledere i Rambøll og spørreundersøkelsen i prosjekt E39 Bokn – Hope. For hvert av forskningsspørsmålene er det forsøkt å argumentere for et konkret svar på spørsmålet, men også gi forslag til hvordan VDC-metodikken bør anvendes i små prosjekter og hvilke suksesskriterier man kan måle etter.

Kapittel 6 Konklusjon – Konklusjonen gir en kort redegjørelse for hvordan og hvorfor VDC bør introduseres i små prosjekter.

Referanser – Referansekapittelet inneholder alle referansene som er brukt i masteroppgaven

Vedlegg – Spørreundersøkelsen og samtykkeerklæring er vedlagt

1.5 Forkortelser

I tabell 1 følger en listen over forkortelser som er benyttet i denne masteroppgaven.

Forkortelse	Norsk	Engelsk
VDC	Virtuell design og konstruksjon	Virtual design and construction
ICE	Samtidig Prosjektering	Integrated Concurrent Engineering
BIM	Bygningsinformasjons-modellering (BIM)	Building Information Modelling

	Prosjekt mål og kundemål	Client Goals and Project Objectives
PPM	Prosess- og produksjonsledelse	Project Production Management
Metrics	Målinger	Metrics
SPP	Samtidig Plan og Prosjektering (norsk variant av ICE)	
LEAN	Strømlinjeformet produksjon	Lean manufacturing / lean production
GIS	Geografisk informasjonssystem	
LPS	Involverende planlegging	The Last Planner System
CIFE		Center for Integrated Facility Engineering
NTP	Nasjonal Transportplan	
KVU	Konseptvalgutredning	
KS	Ekstern kvalitetssikring	
DAK	Data assistert konstruksjon	
3D	Tredimensjonal presentasjon	
4D	Fremdriftsmodell (tid)	
5D	Kostnadsmodell	
AR	Utvidet virkelighet	Augmented Reality
VR	Virtuell virkelighet	Virtual Reality
K3	Rambølls kvalitetsystem	

Tabell 1 - Forkortelser

2 Metode

Metodekapittelet har til hensikt å beskrive metodene som er valgt for å svare på forskningsspørsmålene, hvordan dataene er samlet inn og hvordan disse er behandlet.

2.1 Innledning

Valg av forskningsdesign for denne masteroppgaven ble bestemt som et resultat av funn i litteraturstudiet, utarbeidelsen av forskningsspørsmålene og intervjuer med erfarne prosjektledere om temaet. Det kom tidlig frem at VDC-metoden hovedsakelig er rettet mot større prosjekter og store prosjektorganisasjoner og at kunnskap og erfaringer rundt implementering av VDC i små prosjekter kunne bli vanskelig å finne. Det ble derfor et mål å finne ut om hvordan det var mulig å skaffe til veie nye data som kunne brukes for å svare på forskningsspørsmålene.

Dette kapittelet redegjør for prosessen rundt datainnsamlingen og argumentasjon for valgt metode, hvordan dataene er brukt og til slutt styrker og svakheter med valgt metode. Resultatene fra datainnsamlingen er presentert i kapittel 4 Resultater.

2.2 Forskningsmetode

I valget mellom forskningsmetoder må man avgjøre om det er hensiktsmessig med en kvalitativ eller kvantitativ metode eller om man får mest ut av en kombinasjon av disse to. Forskjellen mellom kvalitativ metode og kvantitativ metode forklares ofte ved at man i kvalitativ metode bruker ord fremfor tall og at man bruker lukkede spørsmål heller enn åpne spørsmål (Creswell & Creswell, 2020).

Kvalitativ forskningsmetode er en måte å utforske og forstå problemstillinger ut fra perspektivet til individer eller grupper (Creswell & Creswell, 2020). Data samles inn for eksempel ved hjelp av intervjuer og åpne spørsmål og det blir da videre opp til forskeren å analysere og tolke disse dataene for å få en generell forståelse av problemstillingene det forskes på. Arbeidet til forskeren er da å sette sammen dette til ny kunnskap om problemstillingene. Denne måte å tilegne seg data på kalles ofte en induktiv tilnærming. Det er fokus på individets forståelse av verden og erfaringer og metoden egner seg for å dykke ned i komplekse problemer. I den kvalitative metoden er det normalt ikke mulig å ha store utvalg da innhenting av data er svært tidkrevende og analysene tar lang tid og er vanskelige å systematisere. Ved intervjuer kan det være vanskelig å sammenligne resultater fra intervjuobjekt til intervjuobjekt.

Kvantitativ forskningsmetode tester objektive hypoteser ved å undersøke sammenhenger mellom variabler (Creswell & Creswell, 2020). Data samles inn for eksempel ved hjelp av spørreskjema og det benyttes lukkede spørsmål som egner seg til å finne sammenhenger. De innsamlede dataene analyseres ved hjelp av statistiske metoder. Denne måten å samle inn data kalles for deduktiv tilnærming hvor funnene kan generaliseres og reproduseres. I den kvantitative metoden er det vanlig og nødvendig å ha store utvalg for å få gode data. Datainnsamlingen er enkel, men analysene kan være tidkrevende.

En kombinert forskningsmetode innebærer at man samler inn både kvalitative og kvantitative data for å skaffe ytterligere innsikt i et problem som ikke ville vært fullt utforsket ved kun å bruke en av metodene.

I tillegg til valg av forskningsmetode må det også velges et forskningsdesign. Det er allerede nevnt noen design, slik som intervjuer for den kvalitative forskningsmetoden og spørreundersøkelse for den kvantitative forskningsmetoden. Andre forskningsdesign er eksempelvis eksperimenter og observasjon, men alle varianter av forskningsdesign er ikke diskutert videre siden disse ikke er valgt i det videre arbeid.

I tabellen under er det forsøkt å oppsummere de viktigste forskjellene mellom disse metodene.

	<i>Kvalitativ forskningsmetode</i>	<i>Kvantitativ forskningsmetode</i>
Forsknings-tilnærming	Induktiv	Deduktiv
Hva som analyseres	Ord og tolkninger, observasjoner, video og bilder	Benytter tall og statistikk
Responsmuligheter	Åpne spørsmål	Lukkede spørsmål
Formål	Egnet til å skaffe informasjon, skape nye ideer og oppfatninger	Egnet til å bekrefte hypoteser
Metode for datainnsamling («design»)	Intervjuer, fokusgrupper, litteraturstudie	Spørreundersøkelse, observasjon, eksperiment

Tabell 2 - Forskjeller mellom kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode

2.3 Case-studie

I arbeidet med VDC i små prosjekter er mye data hentet inn fra det store prosjektet E39 Bokn – Hope. Prosjektet gjennomføres av Statens Vegvesen som har engasjert Rambøll som rådgiver. E39 Bokn – Hope har et honorarbudsjett på ca. 30 millioner kroner og kjører fullt ut VDC-metodikken i alle faser fram mot leveranse og i samarbeid med kunden og underleverandører. Case-studiet presenteres mer i detalj i kapittel 4.2.1.

Det som kjennetegner casestudier er at det hentes inn mye informasjon fra en eller noen få enheter over et tidsrom, eksempelvis uker, måneder eller år. Datainnsamlingen er detaljert og omfattende. Eksempler på datainnsamlinger knyttet til case-studier er intervjuer og spørreundersøkelser (Johannessen, Chistoffersen, & Tufte, 2004).

Johannessen, Chistoffersen, & Tufte (2004) har utarbeidet en tilnæringsmåte for gjennomføring av casestudier og består av følgende 5 steg:

1. Definere en problemstilling: I denne masteroppgaven er problemstillingen gitt med spørsmålet «Hvordan bør VDC-metodikken gjennomføres i små prosjekter?»
2. Gjøre opp teoretiske antagelser: En viktig forutsetning for denne masteroppgaven er antagelsen om at VDC kan også kan fungere i små prosjekter.
3. Finne analyseenhet: I dag er det hovedsakelig store prosjekter som benytter VDC-metodikken. For å finne ut av om VDC fungerer i små prosjekter brukes det store prosjektet E39 Bokn – Hope som case da dette er et prosjekt som benytter VDC.
4. Se sammenhengen mellom data og antakelser: Data fra casestudiet må analyseres opp mot antagelsene.
5. Vurdere funn fra case-studiet opp mot eksisterende teori: Ved å knytte funnene fra case-studiet mot eksisterende teori kan man bygge helt ny teori. I denne oppgaven er det et mål å finne ut hvordan man best kan benytte VDC i små prosjekter.

Johannessen, Chistoffersen, & Tufte (2004) beskriver også fire designstrategier for casestudier; antall caser som studeres (enkeltcasesign og flercasesign) og forskerens avgrensning (én analyseenhet og flere analyseneheter). I denne oppgaven er det valgt et enkeltcasesign, altså E39 Bokn – Hope, men det er sett på flere analyseenheter innen prosjektet ved at organisasjonstilhørighet og roller i prosjektet også er studert opp mot problemstillingen.

I denne oppgaven er det hentet inn informasjon fra casestudiet ved hjelp av en gjennomgang av prosjektets gjennomføringsplaner (prosjekteringsmetode) og en stor spørreundersøkelse.

2.4 Valg av forskningsmetode og design

Case-studien E39 Bokn-Hope gir muligheten til å undersøke en stor gruppe mennesker om hvordan de opplever VDC-metoden og hva de tenker rundt det å gjennomføre VDC også i små prosjekter. For å samle inn data fra en stor gruppe er det det mest hensiktsmessig å bruke en kvantitativ tilnærming og spørreundersøkelse som metode for datainnsamling. Det er også mulig å gjøre mange spennende analyser av resultatene og se om det er muligheter for å finne sammenhenger mellom ulike variabler, slik som kunnskap og erfaring med VDC, erfaring med teknisk utstyr og mye mer.

I tillegg til spørreundersøkelsen ble det også valgt intervjuer av erfarne prosjektledere i Rambøll med erfaring med VDC-metodikken og erfaring fra store prosjekter for å få deres tanker rundt implementering av VDC i små prosjekter. På denne måten er det mulig å gå i dybden av hvilke utfordringer og hvilke oppsider man kan se for seg ved å gjennomføre VDC i små prosjekter.

Konklusjonen ble da at en kombinert forskningsmetode med både spørreundersøkelse og intervjuer ville være mest hensiktsmessig for å svare på forskningsspørsmålene.

2.5 Datainnsamling

2.5.1 Litteraturstudie

Hensikten med et litteratursøk i en kvalitativ studie handler om å bygge videre på eksisterende forskning, kritisere eksisterende forskning, identifisere sentral mangler i eksisterende forskning eller finne sammenhenger med øvrig forskning (Creswell & Creswell, 2020). For kvantitative studier handler litteratursøket om å finne retning for forskningsspørsmålene og å introdusere teori om temaene som det forskes på. Man kan bruke litteraturen for sammenligning mot de funnene en selv har gjort (Creswell & Creswell, 2020).

I denne oppgaven hvor det er valgt en kombinert forskningsmetode med et stort fokus på spørreundersøkelsen og den kvantitative forskningsmetoden ble litteratursøket i hovedsak brukt som en måte å introdusere temaet VDC og relaterte tema på. Det viste seg tidlig at det var få treff på VDC i kombinasjon med små prosjekter eller prosjektstørrelse og lignende søkefraser.

I litteratursøket er databasene ntnuopen (tidligere masteroppgaver ved NTNU) og Google Scholar benyttet. Årsaken til at det ble søkt i tidligere oppgaver ved NTNU er at NTNU spiller en viktig rolle i arbeidet med VDC i Norge og at det er avlagt veldig mange oppgaver på temaet de seneste årene.

I tabell 3 vises søket i tidligere avhandlinger ved NTNU (ntnuopen.ntnu.no)

Søkeord	Treff	Kommentar
VDC	325	Mange relevante treff og oppgaver som omhandler VDC. Over halvparten er skrevet etter 2015.
VDC "små prosjekter"	13	Ingen relevante treff
VDC "small projects"	10	Ingen relevante treff
VDC prosjektstørrelse	13	Ingen relevante treff
VDC "project size"	11	Ingen relevante treff
"Integrated Concurrent Engineering"	97	Sammenfaller mye med øvrige oppgaver knyttet til VDC. Uten anførselstegn får man irrelevante treff.

Tabell 3 – Søkeord i tidligere avhandlinger ved NTNU

Generelt gav søket som forventet mange treff på oppgaver som tar opp temaet VDC. Det var likevel få søk hvor prosjektstørrelsen ble vurdert spesielt, selv om en majoritet av oppgavene som bruke casestudie som metode var knyttet opp mot større bygg- og anleggsprosjekt. Det kan også se ut til at de fleste av oppgavene handler om bygg og at samferdselsprosjekter er underrepresentert.

Søk i Google Scholar gav følgende resultater:

Søkeord	Treff	Kommentar
VDC	244 000	Mange treff. En del relevante treff relatert til metoden VDC, men antatt mye annet som er forkortet med bokstavene VDC.
Virtual Design and Construction	3 100 000	Veldig mange treff. En del relevante treff relatert til metoden VDC. Ved å ikke bruke anførselstegn får man treff på alle ordene.
"Virtual Design and Construction"	3 340	Langt færre treff ved å bruke anførselstegn. Færre enn antatt, men mange relevante treff og treff av forfattere kjent innenfor temaet VDC.
VDC "små prosjekter"	15	Lite relevante treff
VDC "small projects"	320	Noen interessante treff. Mange treff på implementering av BIM i små prosjekter.
VDC "prosjektstørrelse"	13	Lite relevante treff
VDC "project size"	11	Lite relevante treff

"Integrated Concurrent Engineering"	882	Sammenfaller mye med øvrige treff knyttet til VDC. Uten anførselstegn får man irrelevante treff.
Integrated Concurrent Engineering	908 000	Vesentlig flere treff enn ved å bruke anførselstegn. Mange interessant treff. VDC-metoden preger de fleste av de mest relevante treffene.

Tabell 4 – Søkeord i Google Scholar

2.5.1.1 Informasjonsinnhenting i Rambøll

I tillegg til søk etter litteratur slik som beskrevet over er styrende dokumenter i prosjekt E39 Bokn – Hope gjennomgått for å hente ut informasjon om VDC-metodikken i et konkret prosjekt. Videre er det hentet ut informasjon fra selve gjennomføringen av VDC-metodikken i prosjektet, slik som referater fra ICE-møter.

En annen viktig kilde til informasjon har vært Rambølls kvalitetssystem K3. I kvalitetssystemet er prosjekteringsforløpet beskrevet i detalj og gir god innsikt i prosjekteringsmetoder i Rambøll.

2.5.2 Intervjuer

Intervjuprosessen forgikk ved personlige intervjuer over videosamtale på grunn av den pågående covid-pandemien i 2022 og kravet om å redusere kontaktpersoner. I de siste årene har man fått mye erfaring med videosamtaler og at det er blitt en naturlig del av hverdagen til de fleste. Derfor er det antatt at resultatene fra intervjuene ikke er særlig påvirket av møteformen.

Intervjuene ble gjennomført med utgangspunkt i forskningsspørsmålene. Informantene ble ikke stilt nøyaktig de samme spørsmålene som ble brukt i spørreundersøkelsen da intervjuguiden for intervjuene og spørreundersøkelsen ble utarbeidet på forskjellige tidspunkt i arbeidet med masteroppgaven. Men flere av spørsmålene er sammenlignbare. Og i stedet for å velge et alternativ for hvert av spørsmålene slik som i spørreundersøkelsen fikk informantene mulighet til å svare fritt på spørsmålene og utbrodere deres syn. Svarene ble loggført skriftlig.

På generelt grunnlag ble intervjuene lagt opp etter følgende fremgangsmåte (Creswell & Creswell, 2020)

- Introduksjon til studien og hva som er hensikten med intervjuet, hvordan intervjuene skal gjennomføres og hvordan resultatene skal brukes.

- Informanten ble så forespurt om detaljer rundt seg selv og sin rolle i Rambøll. Spørsmålene var forhåndsdefinerte, og de gikk ut på å innhente profesjonelle egenskaper om informanten.
- Forskningsspørsmålene ble gjennomgått i tillegg.
- For å dykke dypere ned i spørsmålene som ble tatt opp ble informantene bedt om mer informasjon eller til å forklare sine synspunkter og ideer.
- Til slutt ble intervjuet avsluttet og informantene fikk informasjon om hvordan de kan få tilgang til resultatene av studien hvis de ønsket dette.

2.5.3 Spørreundersøkelsen

Spørreundersøkelsen ble gjennomført med systemet nettskjema.no som Universitetet i Oslo drifter og som NTNU-studenter har tilgang til. Dette systemet gjør det enkelt å bygge spørreskjemaer og samle inn dataene på en sikker måte.

Spørreundersøkelsen ble delt inn i følgende avsnitt:

- Samtykke
- Informasjon om spørreundersøkelsen
- Informasjon om VDC-metoden og tradisjonell prosjekteringsmetode
- Hvordan prosjektstørrelse er definert (små/store prosjekter)
- Informasjon om intervjuobjektet
- Spørsmål om oppæring og erfaring med VDC-metoden
- Spørsmål om hvordan deltakerne opplever VDC-metoden i prosjekter
- Spørsmål om hvordan deltakerne opplever den tradisjonelle metoden i prosjekter
- Spørsmål om bruk og implementering av VDC-metoden i små prosjekter
- Avsluttende spørsmål rundt arbeidsform og deltakernes foretrekkende metode for prosjektering

Svaralternativene som ble gitt i undersøkelsen var forsøkt gjort så enkle som mulig og så gjenkjennbar som mulig fra tilsvarende spørreundersøkelser folk flest er vant med.

For de fleste av spørsmålene er det lagt fram en påstand hvor svaralternativene varierer fra «helt enig» til «helt uenig» med et nøytralt midtpunkt, en såkalt Likert skala.

Johannessen, Chistoffersen, & Tufte (2004) har anbefaler en slik skala i spørreundersøkelser. Spørsmålene og påstandene er også tydelig formulert. Et alternativ for vet ikke/annet var mulig for alle spørsmålene hvis respondenten enten ikke ønsket å svare, ikke klarer å svare på spørsmålet/påstanden eller oppfatter spørsmålet/påstanden som uklar. Øvrige spørsmål var basert på «ja», «nei» og «vet ikke» eller avkrysning for alternativene som passer vedkommende best. Mot slutten av hvert tema fikk deltakerne mulighet til å svare åpent hvis de hadde kommentarer eller innspill.

Som tidligere nevnt er deltakerne valgt ved at de er medarbeidere i prosjekt E39 Bokn – Hope som enten rådgiver hos Rambøll eller prosjektdeltakere fra Statens Vegvesen. Utvalget er spredt over mange disipliner, men innenfor hver disiplin kan det være få deltakere. Deltakerne i spørreundersøkelsen fikk tilsendt en lenke til skjemaet på nettskjema.no via epost. Det ble også informert om studien i allmøte i prosjektet.

2.6 Evaluering av datainnsamlingen

I dette kapittelet diskuteres styrker og svakhetene til de ulike metodene for datainnsamling i masteroppgaven.

2.6.1 Case-studiet

Case-studien E39 Bokn – Hope ble som tidligere nevnt valgt fordi det er et prosjekt som involverer en bred og sammensatt prosjekteringsgruppe hvor medarbeiderne har en stor variasjon av erfaringer og hvor svært mange aktuelle roller i et vegprosjekt er representert. Fra Rambøll er det engasjert over 60 medarbeidere fra start i rundt 50 forskjellige fag/disipliner. Fra Statens Vegvesen er det over 20 medarbeidere som følger prosjektet fra start. I prosjektet er det deltakere med lang erfaring med å bruke VDC og deltakere som er helt nye i å bruke metoden. I tillegg er det medarbeidere som er vant til å jobbe i små prosjekter, noen i både store og små prosjekter og enkelte som utelukkende jobber i store prosjekter. Antakelsen er at det går an å overføre resultater fra undersøkelser i dette store prosjektet til små prosjekter.

Ulempen med dette case-studien er at man ikke kan få fulgt prosjektet fra start til slutt for en sluttevaluering og sammenligning opp mot tilsvarende prosjekter som har blitt kjørt med tradisjonell metode for prosjektering. Dette har rett og slett med at prosjektet er langvarig og leveransen skjer etter at dette masteroppgaven er skrevet.

Prosjektet har en stram fremdriftsplan og allerede før jul 2022 skal det foreligge en optimaliseringsrapport for de veglinjene som er valgt for videre prosjektering. Derfor er det likevel mulig å få gjennomført mange av elementene i VDC-metoden innenfor perioden denne masteroppgaven skrives.

2.6.2 Litteraturstudien

Litteraturstudien i denne oppgaven har dreiet seg rundt å finne informasjon om VDC-metoden, samt hvordan VDC brukes i Norge og hvordan metoden brukes i samferdselsprosjekter. Det er også forsøkt å finne informasjon om hvordan faktorer slik som prosjektstørrelse påvirker bruken av VDC. I søkene er retningslinjene til litteratursøk, som er presentert på NTNU sin kunnskapsbase for masterstudenter (NTNU,

u.d.), benyttet. NTNU presenterer TONE-prinsippet hvor man skal sjekke for troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet.

For generell informasjon om VDC har det vært enkelt å finne kilder da man finner mye fagstoff fra Stanford og Center for Integrated Facility Engineering (CIFE). For applikasjon i Norske prosjekter har mange av kildene vært informasjon hentet fra kvalitetssystemet til Rambøll, informasjon fra ulike bedrifters hjemmesider, fra ulike presentasjoner om temaet VDC og andre kilder som ikke nødvendigvis har blitt utgitt som en bok eller i et tidsskift. Kildene beskriver likevel hvordan metodene benyttes i praksis og jeg anser derfor disse som troverdige. En svakhet ved slike kilder kan være at objektiviteten ikke er god nok og at mange bedrifter ønsker å selge VDC som metode fremfor å vise til svakheter ved metoden. En annen viktig kilde til informasjon VDC i Norge har vært masteroppgaver og doktorgradsavhandlinger på temaet.

For litteratur som knytter prosjektstørrelse opp mot bruk av VDC har ikke vært mulig å finne mange kilder eller tidligere studier. Det gjør det vanskelig å sammenligne resultatene fra denne masteroppgaven mot tidligere studier.

2.6.3 Intervju

Troverdigheten til dataene innhentet fra intervjuene handler om metoden som er brukt for datainnsamling, intervjumetode og analyse av transkripsjoner (Johannessen, Chistoffersen, & Tufte, 2004). Metoden for datainnsamling og intervju er beskrevet i kapittel 2.5.3. Informantene har fått anledning til å gjennomgå referatene fra intervjuene og det er ikke avdekket noen metodefeil som vil kunne ødelegge for troverdigheten til dataene fra intervjuene.

Intervjuene er gjennomført med tre oppdragsledere i Rambøll som alle benytter VDC samferdselsprosjekter og er som regel er involvert store prosjekter. Disse egenskapene bidrar til å gjøre de til gode informanter da de har inngående kjennskap til VDC-metoden det forskes på. Men bakgrunnen deres kan også påvirke troverdigheten til resultatene da det kan gi skjevhet i dataene. Det kan selvfølgelig tenkes at disse personene vil være dratt mot å foretrekke VDC som metode for prosjektering og kanskje også i små prosjekter. Samtidig er dette ofte en naturlig ulempe ved intervjuer hvor informasjonen i utgangspunktet kommer filtrert gjennom synet til informanten og selve studien og den som gjennomfører kan indirekte påvirke informanten i en gitt retning (Creswell & Creswell, 2020).

Det er vanskelig å sjekke om informantene er tilbøyelig til å anbefale en metode fordi de selv jobber med den samme metoden. I resultatene er det likevel forsøkt å ta høyde for dette og informantene er forsøkt stilt kritiske spørsmål i intervjuene slik at man også jobber for å avdekke ulempene VDC eventuelt måtte ha i små prosjekter. Til slutt handler

dette om profesjonaliteten til informantene og vurderingen er at informantene ønsker det som gir best resultat i prosjektering arbeidet og at det derfor ikke er noen grunn til å tro at svarene de har gitt ikke er troverdige.

2.6.4 Spørreundersøkelsen

I statistikken er gyldighet (eller validitet) et viktig begrep og omhandler hvorvidt dataene som er samlet inn gir en god nok representasjon av fenomenet det forskes på. Man skiller ofte mellom intern gyldighet som beskriver korrelasjon mellom variabler i undersøkelsen og ekstern gyldighet som sier noe om hvorvidt resultatene kan generaliseres (Johannessen, Chistoffersen, & Tufte, 2004). Gyldigheten til en spørreundersøkelse henger mye sammen med hvilke spørsmål som er stilt og hvor relevante spørsmålene er i forhold til det man ønsker å finne ut av (Kirkevold, 2014).

Et annet vesentlig begrep knyttet til forskning er hvor pålitelige resultatene er (også kalt reliabilitet). Påliteligheten til resultatene er en kombinasjon av nøyaktigheten av undersøkelsens data, hvilke data som brukes, måten dataene samles inn på og bearbeiding av dataene (Johannessen, Chistoffersen, & Tufte, 2004). I en spørreundersøkelse vil påliteligheten være påvirket av hvor entydige spørsmålene og svaralternativene er slik at personer med samme holdninger svarer det samme (Kirkevold, 2014).

Analysen av spørreundersøkelsen støtter seg på forfatterens tolkning av resultatene. Spørreundersøkelsen er brukt som en metode for å skaffe ny innsikt på et tema det er gjort lite relevante studier på tidligere. En slik fremgangsmåte hvor man analyserer meningsinnholdet kalles en fenomenologisk analyse. I en slik analyse er det et ønske å se på helhetsinntrykket av dataene som er samlet inn og lete etter interessante og sentra tema (Johannessen, Chistoffersen, & Tufte, 2004). Inngående statistiske analyser av resultatene fra spørreundersøkelsen er ikke ansett som hensiktsmessig siden antall respondenter er lite og spørreundersøkelsen retter seg mot en utvalgt gruppe og generalisering bør gjøres med forsiktighet.

En analyse av spørreundersøkelsen er presentert i kapittel 2.6.4.1 hvor det er sett på informasjonen som kom fram om respondentene.

2.6.4.1 Analyse av spørreundersøkelsen

Deltakerne i spørreundersøkelsen bestod av prosjektdeltakerne i prosjekt E39 Bokn – Hope (147 personer). Sammensetningen av roller og disiplintilhørighet i prosjekt E39 Bokn – Hope kan sies å være representativt for et typisk stort samferdselsprosjekt.

Av 147 utsendte invitasjoner til spørreundersøkelsen svarte 53 personer, noe som utgjør en total svarprosent på 36%. Ved 95% konfidensintervall, 5% usikkerhet og en

populasjon på 147 mennesker (totalt antall prosjektdeltakere i prosjekt E39 Bokn – Hope) kan man beregne at antall respondenter måtte ha vært 107 personer for at resultatene skulle være generaliserbare eller statistisk signifikant innenfor disse kriteriene. Feilmarginen med 147 personer i populasjonen og 95% konfidensintervall kan beregnes til +/- 10,8%.

Svarprosenten i spørreundersøkelsen er ikke tilstrekkelig til å dra konklusjoner med sikkerhet, både fordi svarprosenten er lav og at utvalget består av personer fra ett enkelt prosjekt og på den måten ikke representerer et randomisert utvalg. Svarene i spørreundersøkelsen inneholder likevel verdifull informasjon, men må brukes med varsomhet spesielt med tanke på å påvise sammenhenger mellom variabler og å trekke bastante generaliserbare konklusjoner.

Som forventet var det i antall flest fra Rambøll som svarte siden denne gruppen utgjorde 81% av alle invitasjonene, men *svarprosenten* ble lavest for Rambøll. Byggherre og rådgivere er godt representert da mange av de inviterte valgte å svare på spørreundersøkelsen. I tabell 5 vises svarprosent fordelt på organisasjonstilhørighet.

Antall invitasjoner, svar og svarprosent fordelt på organisasjon

	Antall invitasjoner	Antall svar	Svarprosent
Rådgiver (Rambøll)	119	39	33 %
Byggherre (Statens Vegvesen)	24	11	46 %
Underleverandør	4	3	75 %
Totalt	147	53	36 %

Tabell 5 - Spørreundersøkelsen: invitasjoner, svar og svarprosent fordelt på organisasjon

Deltakerne i spørreundersøkelsen ble også spurt om alder. Av tabell 6 kan man se at det er færre deltakere under 30 år og færre deltakere i aldersgruppen 40-49 år, men spredningen totalt må kunne ansees å være god.

Respondentens alder

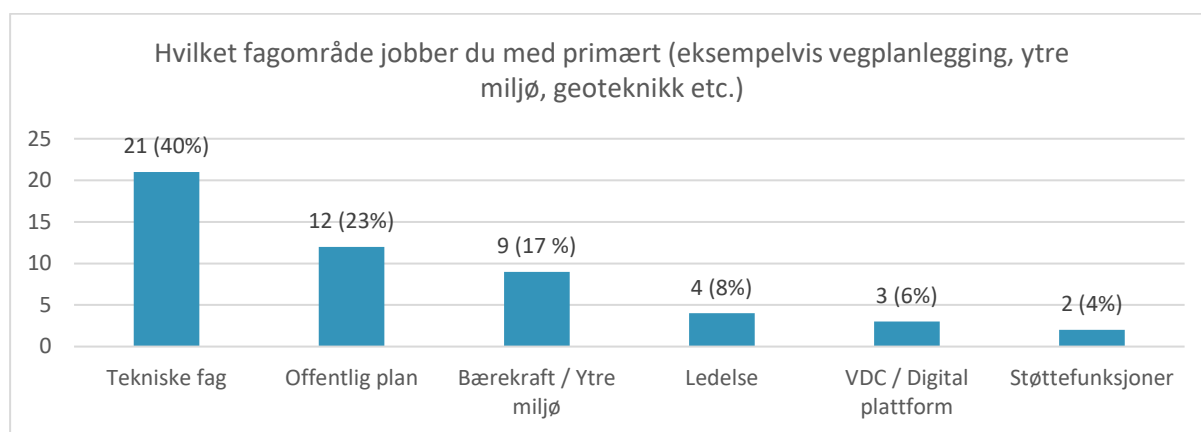
Svar	Antall svar	Prosent av alle deltakere
20-29 år	3	6 %
30-39 år	19	36 %
40-49 år	8	15 %
50-59 år	17	32 %
60-69 år	6	11 %

70 eller eldre	0	0 %
Jeg ønsker ikke å svare på dette	0	0 %
Gjennomsnitt alder	45,3	år
Standardavvik	6,4	år

Tabell 6 - Spørreundersøkelsen: fordeling av alder blant respondentene

Respondentene ble spurt hvilket fagområde de *primært* jobber i ved hjelp av fritekstsvar. For å bevare anonymiteten til respondentene er fagområdene fordelt på kategoriene i organisasjonsplanen til prosjekt E39 Bokn – Hope. Det kan være avvik mellom hva respondenten svarte i fritekstsvaret og hvilken kategori respondentene er plassert i.

Alle fagkategorier er representert i spørreundersøkelsen og respondentene er godt fordelt mellom kategoriene. Dette er vist i figur 1.



Figur 1 – Spørreundersøkelsen: fagområdet til respondentene

Undersøkelsen ble sendt ut til deltakerne basert på kontaktlister i prosjekt E39 Bokn – Hope. Ut fra disse listene er invitasjonene sortert etter roller i prosjektet. Deltakerne fikk spørsmål om å svare på hvilken rolle de typisk har i prosjekter. Det gir en mulighet for avvik mellom hva respondenten oppgav som rolle i spørreskjemaet og hva som er registrert i kontaktlistene.

22 respondenter oppgav at de var fagansvarlige og teamledere i undersøkelsen. Denne gruppen utgjorde 35% av alle invitasjonene. 15 respondenter oppgav at de var medarbeidere og gruppen utgjorde 49% av alle invitasjonene. I tabell 7 kan man se rollefordelingen i kontaktlistene som ble brukt ved utsendelse av spørreundersøkelsen, antall svar per rolle og svarprosent for hver rolle.

Antall invitasjoner, svar og svarprosent fordelt på rolle i prosjekt

	Antall invitasjoner per rolle*	Antall svar per rolle	Svarprosent
Medarbeider	75 (49 %)	15	20 %
Fagansvarlig / Teamleder (også assisterende)	54 (35 %)	22	41 %
Disiplinleder (også assisterende)	8 (5 %)	6	75 %
Øvrige roller	10 (7 %)	10	100 %

* Det er to kilder til usikkerhet i rollefordelingen. Respondentene ble spurt om hvilken rolle de typisk har i prosjekter (ikke konkret om rolle i E39 Bokn – Hope) og noen mangler rollebeskrivelse i kontaktlistene og er derfor plassert i en antatt rolle i ettertid.

Tabell 7 - Spørreundersøkelsen: Antall invitasjoner, svar og svarprosent fordelt på rolle i prosjekt

Svarprosenten er lavest for medarbeiderne, noe som kan ha sammenheng med at mange medarbeidere ikke er kommet skikkelig inn i prosjektet og derfor valgte å ikke delta. Det hadde vært ønskelig med enda større svarprosent blant medarbeidere da det er interessant å vite hva personer uten lederansvar mener om prosjekteringsmetoden som brukes i prosjekter.

En annen årsak til rollefordelingen i svarene kan være at fagansvarlige og teamledere er mer motiverte eller opplever det som sin oppgave å svare på en undersøkelse som omhandler metodikk for prosjektering. Det kan også tenkes at det er fagansvarlige og teamleder som kjenner til VDC-metodikken fra før og derfor er bedre representert i svarene enn de som ikke har hørt om metodikken eller er usikre på den.

Ved å sjekke rollefordelingen opp mot erfaring med VDC (i dette tilfellet VDC i store prosjekter) er bildet at rollen muligens påvirker erfaring med VDC, slik man kan se i tabell 8. Tallene er for små til å si noe definitivt. Det ble også sjekket mot erfaring med VDC i små prosjekter, men bare 10 respondenter (av totalt 53) har brukt VDC i små prosjekter noe som gir lite informasjon.

Antall som har erfaring med VDC i store prosjekter fordelt på roller

	Antall med erfaring i VDC (store prosjekter)	Antall uten erfaring i VDC (store prosjekter)	Antall med erfaring i VDC (%)
Medarbeider	7	8	47 %
Fagansvarlig / Teamleder (også assisterende)	16	6	73 %
Disiplinleder (også assisterende)	6	0	100 %
Oppdragsleder / Prosjektleder / Planleggingsleder (også assisterende)	4	0	100 %
Andre støttefunksjoner	3	1	75 %
Annet	2	0	100 %

Tabell 8 - Spørreundersøkelsen: Erfaring med VDC fordelt på roller

Siden alle respondentene tilhører prosjekt E39 Bokn – Hope og prosjektet foreløpig er i startfasen er det interessant å vite hvor mange som har deltatt i ICE-møter i prosjektet. Prosjekt E39 Bokn – Hope er for mange første erfaring med VDC-metodikken og relaterte verktøy slik som ICE-møter. Rundt halvparten av respondentene hadde deltatt i ICE-møter da spørreundersøkelsen ble gjennomført i perioden 23.2.2022 til 9.3.2022, noe som kan sees i tabell 9.

Har du deltatt i ICE-møter i prosjekt E39 Bokn – Hope?

	Antall	Antall i prosent (%)
Ja	29	55 %
Nei	22	42 %
Vet ikke	2	3 %

Tabell 9 - Spørreundersøkelsen: Deltakelse i prosjekt E39 Bokn - Hope

2.6.4.2 Om svaralternativet «vet ikke»

I spørreundersøkelsen var det mulig å svare «vet ikke» på de aller fleste spørsmålene og påstandene. Dette gav respondentene som ikke har erfaring med VDC en mulighet til å svare. I tillegg gav «vet ikke» en mulighet for å svare for de som ikke var sikre på hva de mente om spørsmålene og påstandene.

Hvis man sammenligner antallet respondenter som ikke har erfaring med VDC-metodikken (15 respondenter) og antallet som svarer «vet ikke» på spørsmålene knyttet til VDC (varierer mellom 13 og 15 respondenter) er det grunn til å tro at de som svarer «vet ikke» i de fleste tilfellene ikke har erfaring med VDC og derfor ikke svarer på spørsmålet. De som har svart «vet ikke» har også vært konsekvent i å svare «vet ikke» på spørsmålene knyttet til prosjekteringsmetodene. Dette vil i realiteten gi en lavere svarprosent på disse spørsmålene. Det er også valgt å vurdere de fleste av disse påstandene om prosjekteringsmetodene ved å holde «vet ikke»-svarene utenfor. Dette er angitt for hvert av resultatene hvor det var hensiktsmessig å holde «vet ikke»-svarene utenfor.

Den samme observasjonen angående «vet ikke» gjelder også for tradisjonell prosjekteringsmetode, men her var det 9-10 respondenter som konsekvent svarte «vet ikke» på påstandene relatert til prosjekteringsmetodene. For hvert tema i spørreskjemaet var det anledning til å skrive en kommentar i fritekst og flere av respondentene har svart at de enten sjeldent eller aldri deltar i flerfaglige møter i prosjekter eller at de kun jobber med å levere rapporter og heller ikke deltar i møter.

3 Teori

I teorikapittelet redegjøres det for hvordan planprosessen i samferdselsprosjekter er lagt opp, hvilke metoder og krav det finnes til vegprosjektering både generelt og hos Rambøll, beskrivelse av tradisjonell vegprosjektering og vegprosjektering basert på VDC-metodikken, samt viktige begrepsavklaringer.

3.1 Planlegging av veganlegg i Norge

Planlegging av offentlig veganlegg i Norge styres av plan- og bygningsloven og prosjektering og utførelse (tekniske krav) er bestemt i vegloven. Det er også en rekke andre lover man skal ta hensyn til i plan- og prosjekteringsprosessen, slik som naturmangfoldlover, kulturminneloven og forurensningsloven.

Hovedlinjene i transportpolitikken styres av Nasjonal Transportplan (NTP) som planlegges for 12 års perioder med revisjoner hvert 4. år. De aller største prosjektene (over 1 milliard kroner) fastsettes i NTP og krever også at det gjennomføres en konseptvalgutredning (KVU) og ekstern kvalitetssikring (KS). Videre skal det foreligge en kommunedelplan hvis prosjektet skal prioriteres i de første 6 årene av NTP. Og til slutt skal det utarbeides en reguleringsplan med tilhørende kostnadsoverslag for at prosjektet skal få penger via statsbudsjettet.

Med bakgrunn i NTP utarbeider Statens Vegvesen en 6-årig plan (handlingsprogram) med konkretisering av vegprosjektene som skal gjennomføres i perioden, i tillegg til føringer for drift og vedlikehold av eksisterende veganlegg og en rekke andre områder som er relatert til transport i Norge. Handlingsprogrammet sier også noe om hvordan Statens Vegvesen skal utvikle seg og effektivisere planlegging og prosjektering av veganlegg. Statens Vegvesen skal møte krav til tilgjengelig, sikker og miljøvennlig infrastruktur med blant annet bruk av informasjonsmodeller (BIM) (Statens Vegvesen, 2018). Dette viser at i tiden fremover vil digital planlegging og prosjektering bli helt sentralt for Statens Vegvesen.

3.1.1 Overordnet planprosess med konseptvalgutredning og kommunedelplan

Hvor omfattende planprosessen skal være avhenger av størrelsen på prosjektet slik som beskrevet, konflikt med naboer og inngripen i natur, at prosjektet strekker seg over flere kommuner og ulike ønsker fra kommuner og andre parter.

I figur 2 vises en oversikt over de ulike fasene i planleggingsprosessen helt frem til vedlikehold og rehabilitering.



Figur 2 – Overordnet skjematisk fremstilling av planprosessen (Statens Vegvesen, u.d.)

Konzeptvalgutredningen (KVU) består av interessentanalyser, samfunns mål, effektmål og krav til konseptene. Videre skal tiltak og løsninger illustreres som prinsipp og det skal vurderes hvordan disse treffer på målene som er satt ved hjelp av en samfunnsøkonomisk analyse (Statens Vegvesen, u.d.). Prosessen med konseptvalgutredning er en åpen prosess hvor kommuner, næringsliv og øvrige kan komme med innspill.

Konzeptvalgutredningen skal også kvalitetssikres av eksterne konsulenter på rammeavtale med finansdepartementet. Kvalitetssikring av konseptvalgutredningen kalles KS1. Kvalitetssikring etter reguleringsplanarbeidet og etter et eventuelt forprosjekt kalles KS2.

I kommunedelplanen bestemmes trasé og standard for vegprosjekter og planen består av plankart, bestemmelser, retningslinjer og planbeskrivelse med konsekvensutredning (KU). Kommunedelplanen baseres seg på KVU og gir en juridisk bindende avtale mellom de berørte partene (Statens Vegvesen, 2021).

3.1.2 Reguleringsplanprosessen

For de aller fleste vegprosjekter skal det utarbeides reguleringsplan. Dette er fastslått i plan- og bygningsloven, men det gjøres unntak hvis prosjektet er knyttet til vedlikehold

og mindre utbedringer av eksisterende veger. I slike tilfeller vil prosjektet behandles av kommunen som gir tillatelse.

I figur 3 vises gangen i en reguleringsplanprosess.



Figur 3 - Skjematisk fremstilling av reguleringsplan (Statens Vegvesen, u.d.)

Reguleringsplanen er en arealplan som gir føringer for bruk, vern og utforming av arealer og beskriver de detaljerte planene for et vegprosjekt. En reguleringsplan må varsles og det skal innhentes innspill til planen fra interessenter. Et vedtak om reguleringsplan bestemmes av kommunene eller av kommunal- og moderniseringsdepartementet for statlige planer.

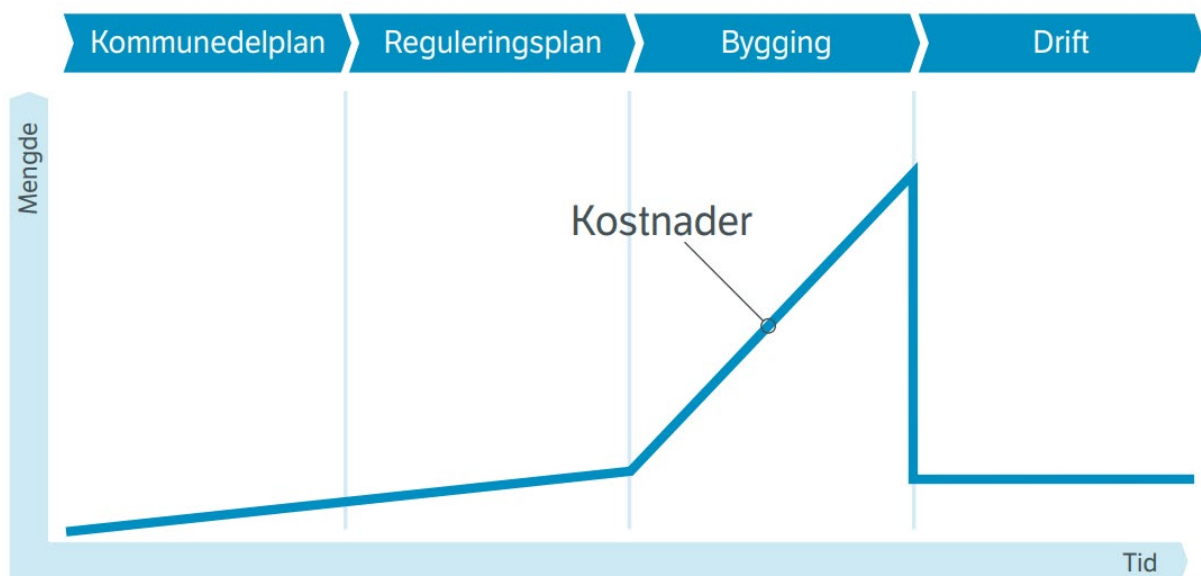
En reguleringsplan er påkrevd for å kunne starte grunnnerverv og eventuelt ekspropriasjon av grunn (Statens Vegvesen, 2021). Reguleringsplanen danner også grunnlaget for videre prosjekteringsarbeid og utarbeidelse av konkurransegrunnlag for bygging.

3.2 Kostnader knyttet til planlegging og prosjektering

Samferdselsdepartementet gjennomførte i 2012 en studie som skulle identifisere hvordan planlegging av store samferdselsprosjekter innenfor veg og bane kunne effektiviseres (Samferdselsdepartementet, 2012). Studien kunne vise til at kostnadsøkningen i perioden 1990-2010 hadde vært 8 prosent per år og at årsakene er sammensatte. Det er grunn til å tro at planprosessen er en vesentlig bidragsyter til de økte kostnadene. Prosjektene har blitt mer kompliserte, det bygges mye i bystrøk og miljøkrav øker også kostnadene, blant annet.

Studien viser også til at kostnaden med prosjektforberedelser i snitt er 8 prosent av investeringskostnaden, hvor 1 prosent utgjør strategisk planlegging, 3 prosent utgjør planlegging etter plan- og bygningsloven og 4 prosent utgjør detaljprosjektering, konkurransegrunnlag og anbudsprosess. Disse kostnadene er relatert til store prosjekter, men det er grunn til å anta at mindre prosjekter har kostnader i samme størrelsesorden da man skal gjennom mange av de samme planprosessene uavhengig av prosjektstørrelsen.

I figur 4 vises en illustrasjon av hvordan kostnadene knyttet til et vegprosjekt utvikler seg i forhold til hvilke prosjektfaser prosjektet befinner seg i.



Figur 4 - Illustrasjon som viser kostnader i forhold til tid og prosjektfaser (Statens Vegvesen, 2021)

En annen vesentlig sammenheng er hvordan muligheten til å påvirke prosjektet utvikler seg etter som prosjektet beveger seg gjennom prosjektfasene og blir mer modent. I figur 5 ser man at mulighetene til å påvirke prosjektet er store i starten og avtar raskt mot og inn i byggefase. Eventuelle endringer vil bli mer komplisert og dyrere jo nærmere byggefase man befinner seg og aller dyrest når man er inne i selve byggefase.



Figur 5 – Illustrasjon som viser påvirkningsmulighetene i forhold til tid og prosjektfaser (Statens Vegvesen, 2021)

I Nasjonal Transportplan for 2022-2033 er heldigitaliserte planprosesser og modellbasert gjennomføring spesielt nevnt som et mulig tiltak for å effektivisere arbeidsprosesser (Samferdselsdepartementet, 2021). I figur 6 vises det hvordan Samferdselsdepartementet vurderer mulige kostnadsbesparelser ved hjelp av heldigitale planprosesser. Det kan også argumenteres for at tiltakene knyttet til optimalisering av trasévalg og industrialisering også kan relateres til modellbasert gjennomføring og videre til VDC-metodikken som tar opp disse temaene som sentrale tema.

Drivere av kostnadsreduksjon	Mulig kostnadsreduksjon % av referansekostnad	Mulige tiltak (eksempel)
Rett trasévalg		<ul style="list-style-type: none"> Optimalisering av trasévalg Redusere lengder på tunneler og bruer
Gjennomføringsmodell		<ul style="list-style-type: none"> Strategi for hvert prosjekt Tidlig involvering i markedet, innovasjonskontrakter
Industrialisering og standardisering		<ul style="list-style-type: none"> Industrialisering (standardisering, automatisering)
Standarder og utforming		<ul style="list-style-type: none"> Nye veinormalkrav Optimalisering av kryss, bruer og tunneler
Kontraktstrategi		<ul style="list-style-type: none"> Riktige kontrakter tilpasset markedet
Effektivisering av arbeidsprosesser		<ul style="list-style-type: none"> Heldigitaliserte planprosesser (modellbasert gjennomføring)
Totalt	25%	

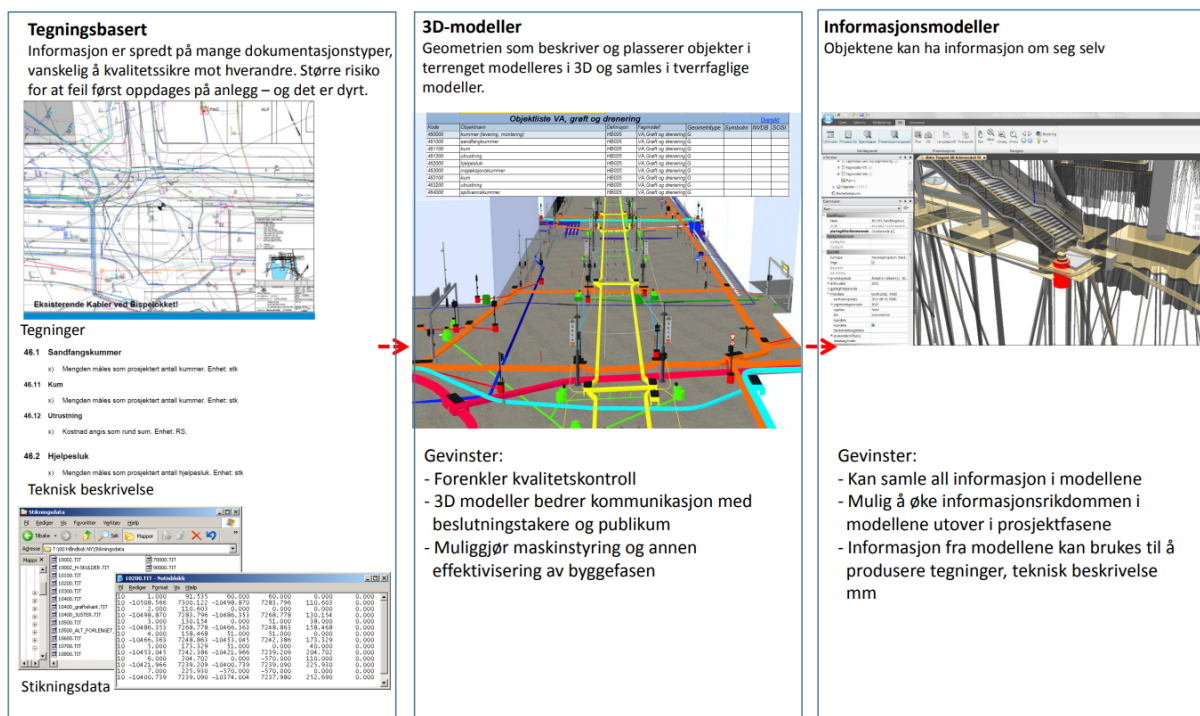
Figur 6 - Oversikt over drivere, potensial for kostnadsreduksjon og mulige tiltak (Samferdselsdepartementet, 2021)

3.3 Utvikling av 3D-verktøy og informasjonsmodeller

Utviklingen av 3D-verktøy for vegprosjektering har vært under rask utvikling. På 1980- og 1990-tallet ble håndtegnede folier erstattet med data assistert konstruksjon (DAK). Dette resulterte i 2D-tegninger av god kvalitet som enkelt lot seg endre eller revidere. Ut over 2000-tallet ble skannerteknologi benyttet for å lage terrengmodeller og måle inn objekter med stadig større nøyaktighet. På denne tiden ble også 3D-verktøy tatt i bruk og erstattet etter hvert ren 2D-prosjektering (Statens Vegvesen, u.d.). Prosjektering og etablering av modeller i 3D gjorde det også mulig for nøyaktig styring av maskiner i anleggsfasen og er i dag den foretrukne metoden for å styre maskiner.

I dag går utviklingen av digitale verktøy videre fra rene 3D-modeller av vegprosjektering alene til informasjonsmodellering hvor alle fag er inkludert i en felles modell og objektene inneholder informasjon som tidligere var dokumentert skriftlig (Statens Vegvesen, u.d.). Dette gir helt nye metoder for å samhandle mellom fagene og gjør at for eksempel konflikter mellom ulike fag oppdages lettere og mye tidligere enn da man måtte sammenligne ulike modeller eller eventuelt tegninger for å oppdage prosjekteringsfeil.

I figur 7 vises det hvordan man har utviklet vegprosjektering fra utelukkende å skje med tegninger, til 3D-modeller av geometri og objekter i terreng og nå som informasjonsmodeller hvor man kan hente ut detaljer fra hvert enkelt objekt og fra alle fag.



Figur 7 – Illustrasjon hentet fra Vegvesen.no (Statens Vegvesen, u.d.). Foto: Thor Sigurd Thorsen

3.3.1 Modellbasert prosjektering i vegnormalene

Statens Vegvesen startet i 2010 arbeidet med en egen håndbok for modellbasert prosjektering, 138 Modellgrunnlag. Denne håndboken er revidert, sist i 2015, og heter nå håndbok V770 Modellgrunnlag. Vesentlig for arbeidet med håndboken var erfaringer med stadig økende kostnadsdrivende feil i byggefasen i Statens Vegvesens prosjekter (Statens Vegvesen, u.d.). I 2006 kunne Statens Vegvesen avdekke at avviket mellom kontraktssum og sluttsum nådde 25% og tiltak for å redusere dette ble undersøkt. Disse tiltakene bestod i å stille strengere krav til grunnlagsdata, bruke modeller i stedet for tegninger, standardisering og krav til dokumentasjon (Thorsen).

Statens Vegvesen planlegger at den videre utviklingen av håndboken også vil involvere innlemming av håndbok R700 Tegningsgrunnlag i håndbok V770 Modellgrunnlag og samtidig tilpasse krav til tegninger inn mot en stadig mer digitalisert og modellbasert prosjektering.

V770-metoden har fire hovedsteg (Statens Vegvesen, u.d.);

1. Grunnlagsdata
«Baser all utredning, planlegging og prosjektering på kvalitetssikrede grunnlagsdata»
2. Digital modell etableres tidlig
«Beskriv eksisterende situasjon i 3D før utredning, planlegging eller prosjektering starter»
3. Prosjekteringen gjennomføres i digitale modeller før bygging
«Bygg vegen to ganger»
4. 3D-modeller skal brukes i senere faser og til mange formål
«Bruk modellene til å effektivisere planlegging og bygging»

3.3.2 4D, 5D og øvrige bruksområder

De fleste har en god forståelse hva som ligger bak begrepene 2D og 3D. 2D relaterer til to dimensjoner og i vegprosjektering betyr det at man representerer noe med en flate (plan) i x- og y-koordinater. Videre vil vegprosjektering i 3D representeres med tre dimensjoner (x-, y- og z-koordinater) og man vil kunne visualisere terreng og objekter. Senere har det også utviklet seg ytterligere «dimensjoner» som ikke har noe med «rom-dimensjoner», men dimensjoner som beskriver ytterligere egenskaper. En ofte brukt beskrivelse av 4D er all data som trengs for å planlegge i tid (fremdriftsmodell) og 5D er data som er knyttet til kostnader (Wildenauer, 2020) (kostnadsmodell). Det finnes flere dimensjoner, men foreløpig er det referert lite til disse i tilknytning til vegprosjektering.

BaneNor har i standard «Generelt kravdokument for BIM i Utbygging» (BaneNOR Utbygging SF, 2020) beskrevet noen enkle krav til fremdrift (4D) og kostnader i modell (5D). Statens Vegvesen har ingen slike beskrivelser i sine normaler.

4D er en del av VDC-metodikken og en stor fordel med å bruke fremdriftsmodeller i prosjekteringsarbeidet er at man kan visualisere hvordan byggeprosessen vil fremskrive over tid (Khanzode, Fischer, Reed, & Ballard, 2006).

3.3.3 Reguleringsplaner i 3D

Kommunal- og Moderniseringsdepartementet har jobbet med prosjekter knyttet til muligheter for 3D-visninger av reguleringsplaner. Multiconsult utarbeidet i 2018 en studie på hvordan man kunne fremstille reguleringsplaner i 3D (Fostvedt, 2018). I studien kom det frem at reguleringsplaner i 3D gav mange muligheter, blant annet ved at man kunne vise konflikter med frisikt og skyggeproblematikk på en mer detaljert måte og dermed kunne finne mer finkornede og mindre inngripende tiltak for å imøtekomme innsigelser.

Kommunal- og Moderniseringsdepartementet har opprettet veilederen «Digitale romlige reguleringsplaner og bestemmelser» som beskriver hva som bør fremstilles i 3D i en reguleringsplan. Det presiseres at detaljeringsnivået skal være på reguleringsplannivå og skal ikke gi en nøyaktig representasjon av fremtidig virkelighet (Regjeringen.no, 2018).

Det forutsettes fortsatt at det meste innenfor reguleringsplaner skal presenteres som 2D-formater, men tendensen er at mer og mer skal vises i 3D og interessenter skal kunne gå inn i slike visninger og gjøre sine vurderinger av planene ut fra dette perspektivet.

3.4 Krav til modellbasert prosjektering hos byggherrene

Hvilke krav til prosjektering og bygging de store byggherrene setter i sine kontrakter spiller en stor rolle for utviklingen av metoder og verktøy hos rådgivere, leverandører og entreprenør. Derfor er kravene til prosjekteringsmetode spesielt vurderte for Statens Vegvesen og Nye Veier AS siden disse er de to store og dominerende byggherrene for veganlegg i Norge

3.4.1 Modellbasert prosjektering i Statens Vegvesen

Som beskrevet i kapittel 3.3.1 benytter Statens Vegvesen håndbok V770 som standard for modellbasert prosjektering. En vesentlig egenskap ved håndbok V770 er at dette kun er en veiledning og ikke krav. Derfor er det opp til hvert enkelt prosjekt å vurdere hvordan håndbok V770 skal følges. I tillegg beskriver håndbok V770 lite om metode for prosjektering.

Ifølge Statens Vegvesens informasjon om videre arbeid med håndbok V770 jobbes det nå med å gjøre veiledning om modellbasert prosjektering om til et krav (Thorsen). Det vil bli

mindre fokus på tegninger og kravene i nye håndbok vil legge føringer for bruk av modeller i alle faser av prosjekter. Det vises til generelt lavere kompetanse knyttet til modellbasert prosjektering i Statens Vegvesen enn det man finner hos konsulenter og entreprenører. Dette vil ifølge Thorsen kreve mer opplæring i Statens Vegvesen som byggherre slik at disse kravene kommer inn i konkurransegrunnlag i fremtiden.

3.4.2 Modellbasert prosjektering i kontraktmalene til Statens Vegvesen

Statens Vegvesen styres etter vegnormaler, retningslinjer og veiledninger. Vegnormalene er krav som gjelder alle byggherrer og alle som prosjekterer og bygger offentlige veger i Norge. Veiledningene er utarbeidet for å understøtte normalene, mens retningslinjene gjelder kun for Statens Vegvesen og engasjerte leverandører av Statens Vegvesen og inneholder for eksempel styringsdokumenter og konkurranseregler (Statens Vegvesen, 2021).

I kontraktmalene til Statens Vegvesen etter NS8407 vises det til håndbok V770 flere steder og modellbasert prosjektering. Disse formuleringene er vage, og det er i stor grad opp til leverandører å vurdere hvilke metoder for prosjektering man skal bruke og hvordan dette skal organiseres.

Kap. C2 Spesielle kontraktsbestemmelser for bygging, Statens vegvesen:
«Dokumentasjon organiseres og distribueres som beskrevet i håndbok V770 Modellgrunnlag. Byggherren skal gis adgang til å gjennomføre løpende innsyn i prosjektert dokumentasjon med egnede innsynsverktøy eller samhandlingsløsninger.» (Statens Vegvesen, 2021)

Ovenfor vises det til krav om innsyn for Statens Vegvesen som byggherre. Det spesifiseres ikke hvordan dette skal gjennomføres og det vil i stor grad være opp til leverandør å bestemme dette.

Kap. D1.2 Prosjekteringsgrunnlag og kravspesifikasjon: «Byggherre skal kunne utføre kvalitetskontroll på dataene som leverandør utarbeider i et modellbasert prosjekt.» (Statens Vegvesen, 2021)

Ovenfor vises et krav som forteller at Statens Vegvesen skal kunne utføre kvalitetskontroll på data i et modellbasert prosjekt. Men kravet forutsetter at det er stilt krav om at prosjektet er modellbasert og det forteller heller ingenting om hvordan Statens Vegvesen skal gis tilgang for kontroll.

Kap. D1.2 Prosjekteringsgrunnlag og kravspesifikasjon: «Felles samhandlingsplattform. Det skal etableres en felles dataplattform for hele prosjektgjennomføringen, der alt av kommunikasjon, prosjektering, kvalitetssikring, kvalitetskontroll, oppfølging, godkjenning og dokumentasjon skal

utføres. All informasjon i prosjektet skal samles et sted og skal til enhver tid være tilgjengelig uten ventetid for prosjektmedarbeidere, uavhengig av rolle eller lokasjon. Byggherren skal ha tilgang og innsyn fortløpende til prosjektdata.» (Statens Vegvesen, 2021)

Ovenfor vises et krav knyttet til samhandling. Dette kravet forutsetter også at prosjektet er modellbasert i utgangspunktet og selv om det beskrives at det skal være en fortløpende innsynsmulighet er det ikke gitt at dette betyr at Statens Vegvesen skal ha direkte tilgang til visningsverktøy for modeller som leverandør jobber på.

3.4.3 Modellbasert prosjektering i Nye Veier AS

Nye Veier ble i 2016 opprettet av Stortinget som en liten og effektiv byggherreorganisasjon med ansvar for utvalgte hovedvegprosjekter i Norge. Nye Veier planlegger å bygge veier for 210 milliarder de neste 20 årene (Nye Veier AS, u.d.) og har bygget 88 km med motorveg i Norge siden oppstarten.

Nye Veier har ikke tilgjengelig informasjon om krav til metodikk for prosjekteringsarbeid i sine kontrakter direkte på sine nettsider. Derfor ble Nye Veier kontaktet for å avklare hvordan de jobber med VDC i sin organisasjon og hvilke krav de stiller til sine leverandører. En uformell samtale med Harald Monsen, prosjektleder for reguleringsplaner, ble februar 2022 gjennomført om temaet.

3.4.4 Hvordan Nye Veier bruker VDC

Ganske tidlig i selskapets historie oppsto tanken om å ta i bruk VDC. Bakgrunnen for at Nye Veier ønsket å implementere i VDC i prosjektene blant annet ønsket om å tilrettelegge for en tillitsbasert oppfølging av prosjektene. En forutsetning for dette er muligheten for enkelt innsyn i prosjektets utvikling. Nye Veier ønsket en mulighet for å kunne enkelt undersøke hvor langt rådgivere og entreprenører var kommet i sin prosjektering og om løsningene de jobbet med var i henhold til avtalene som var inngått med Nye Veier. VDC-metodikken gav Nye Veier én enkelt og løpende oppdatert kilde til informasjon om prosjekteringsarbeidet og gjorde de stand til å bruke fagfolkene sine på en mest mulig effektiv måte (Monsen, 2022).

For Nye Veier er det ønskelig med kontrakter som er basert på åpenhet og tillit. Gode arbeidsprosesser, slik VDC legger til rette for, skaper den nødvendige forutsetningen for å drive prosjektene i den retning Nye Veier ønsker. VDC handler om et tankesett hvor man i team jobber strukturert og profesjonelt med å realisere avtalte mål. Å skape denne samarbeidskulturen kan være like viktig som de ulike verktøyene man tar i bruk i forbindelse med VDC-metodikken (Monsen, 2022).

Ifølge Harald Monsen er det sannsynlig at også små prosjekter kan oppleve en gevinst av å bruke VDC-metodikken, da det handler om å jobbe med samme mål og oppgave til rett tid. For å kunne lykkes, både i små og store prosjekter, bør prosjektleder i større grad opptre som prosessleder og sikre at man tar i bruk hele VDC-rammeverket. Relevante målinger og KPIer er et godt verktøy for å se om prosjektet er på rett spor. Dette tilsvarer det som ofte kalles målstyring («metrics») i VDC-metodikken.

3.4.5 VDC i kontraktsmalene til Nye Veier

Nye Veier benevner modellbasert prosjektering og VDC-metodikken som et krav til leverandører i sine kontraktsmalene. Dette vil i praksis si at alle leverandører som ønsker å jobbe for Nye Veier er avhengig av å ha erfaring med VDC-metodikken og kunne dokumentere at de oppfyller dette kravet. Under er to utdrag fra kontrakt for rammeavtale for planarbeid (Nye Veier AS, 2020).

«Leverandøren skal sørge for at det etableres en eneste, unik og felles kilde til informasjon (defineres som «BIM») for både dataverktøy og alle involvert i prosjektet.»

«Prosjektet skal gjennomføres iht. prinsippene som oppsummeres under begrepet LEAN og VDC slik det defineres av CIFE-instituttet ved Stanford University.»

3.4.6 Modellbasert prosjektering i BaneNor

BaneNor har definert en rekke krav til modellbasert prosjektering og metode for prosjekter i dokumentet «Generelt kravdokument for BIM i Utbygging» (BaneNOR Utbygging SF, 2020). Sitater videre i dette kapitlet er hentet fra dette dokumentet. I kapittel 3.3.2 vises det til krav knyttet til bruk av dimensjonene 4D fremdriftsmodeller og 5D kostnadsmodeller, men BaneNor beskriver også krav til VDC som en konkret prosjekteringsmetode. Kravene i «Generelt kravdokument for BIM i Utbygging» gjelder for alle BaneNors prosjekter.

BaneNor krever at alle prosjekter benytter «BIM med objekter som inneholder informasjon (informasjonsmodeller)». Videre skal det «etableres separate grunnlagsmodeller og fagmodeller for alle fag som til sammen skal gi helheten av prosjektet.». Det stilles også krav til at Modell Modenhets Indeks (MMI) skal benyttes for å kunne avgjøre hvilket omfang av modellering som forventes for fasen prosjekteringen planlegges for (Fløisbonn, Skeie, Uppstad, Markussen, & Sunesen, 2018).

Kravene fra BaneNor om innsyn til visningsmodeller er også vesentlig tydeligere enn hos Statens Vegvesen. BaneNor krever at «Leverandøren skal etablere et innsynsverktøy for modeller som til enhver tid har oppdatert geometri og informasjon.». Dette vil i praksis si

at BaneNor kan kontinuerlig sjekke leverandørens prosjektering og kommentere på løsninger de mener bør vurderes på nytt.

BaneNor krever at leverandører etablerer en «digital byggeplass». Dette betyr at modell er primærleveransen og at det skal benyttes digitale flater for å vise prosjekteringen i felt. Videre beskrives det at løsninger slik som Utvidet Virkelighet («Augmented Reality» forkortet til AR) og Virtuell virkelighet («Virtual Reality» forkortet til VR) skal benyttes til «til kontroll og dokumentasjon, robotisering, sikkerhetsopplæring ved bruk av spillteknologi i modell osv.».

I kapittel 4.2.2 VDC/ICE i «Generelt kravdokument for BIM i Utbygging» (BaneNOR Utbygging SF, 2020) beskrives det bør-krav til «aktiv samhandling i prosjektet mellom leverandør og Bane NOR ved bruk av VDC/ICE eller tilsvarende.». Med andre ord går BaneNor langt i å beskrive konkret prosjekteringsmetode som baseres på VDC og ICE.

3.5 Prosjekteringsfasen

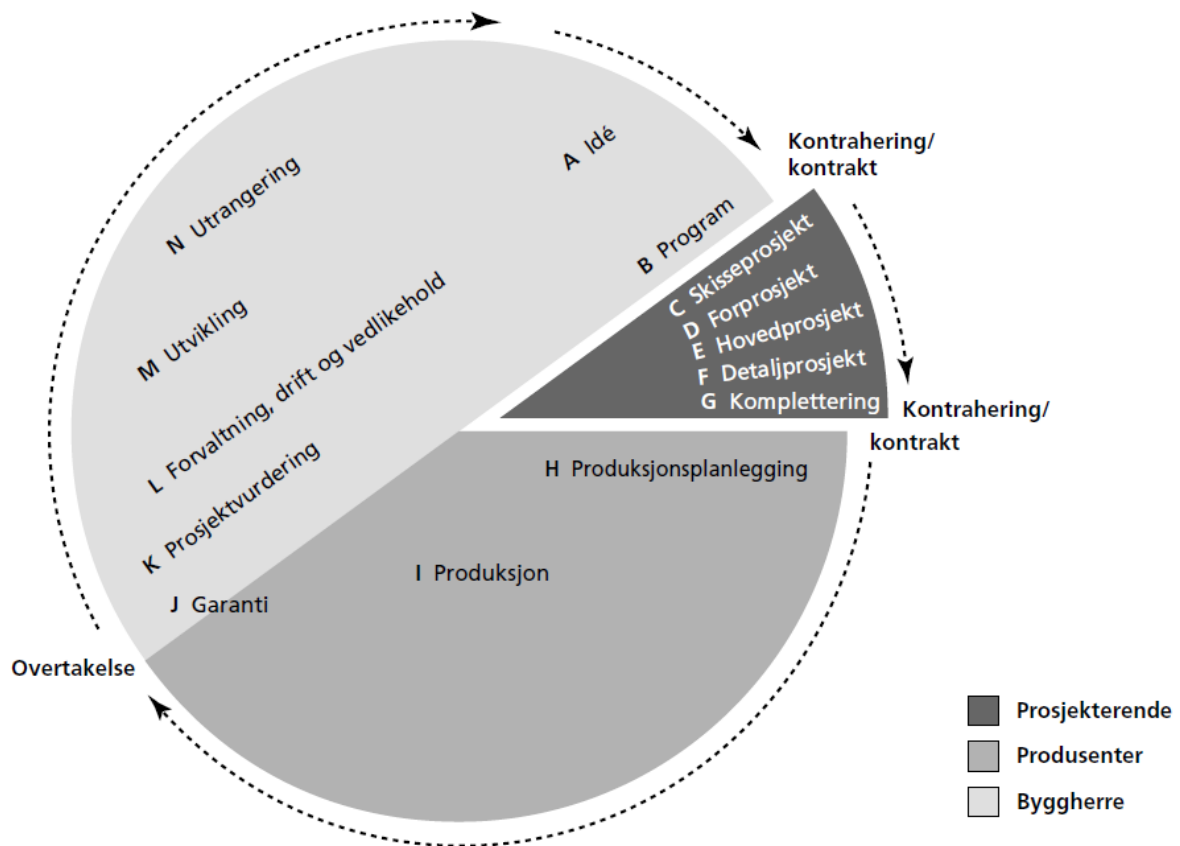
Frem til nå er det sett på de overordnede prosessene i vegprosjekter og hvordan utviklingen har vært innenfor bruk av 3D-verktøy, samt krav til bruk av 3D-verktøy og modeller hos vesentlige byggherrer i Norge. I dette kapitlet skal prosjekteringsfasen undersøkes nærmere og det skal redegjøres for den tradisjonelle formen for vegprosjektering og prosjektering ved bruk av VDC-metodikken.

3.5.1 Tradisjonell vegprosjektering

Et prosjekt defineres av Metier OEC, en stor aktør innen prosjektledelse i norsk bygg- og anleggsbransje, som «en unik arbeidsoppgave som best utføres av en tverrfaglig organisasjon» (Køster, 2016). En slik arbeidsoppgave kan variere veldig i omfang, både i tid og kostnader, i tillegg til antall faser og omfanget av disse. I kapittel 3.1 er planleggingsprosessen av samferdselsprosjekter i Norge beskrevet og mye tid og ressurser går med til utredningsfasene av prosjekter. Detaljprosjektering og bygging kan komme mange tiår etter at et forslag om et større samferdselsprosjekt er lansert. Et prosjekt kan også aldri komme til byggefasen fordi ulike krav og behov har endret seg i perioden, slik som miljøkrav eller transportbehov.

I tillegg til at prosjekter er en unik arbeidsoppgave beskriver Metier OEC at prosjekter er preget av at målene er klare, organisasjonen for prosjektet er midlertidig, at oppgaven har tydelige grenser og kostnadsbilde, samt at oppgaven kan være preget av usikkerhet (Køster, 2016). Definisjonen fra Metier OEC legger vekt på at arbeidsoppgaven løses best av en tverrfaglig organisasjon. I tilfellet med samferdselsprosjekter blir dette stadig mer aktuelt da det stilles strengere krav til blant annet skjerpede miljøkrav og et større omfang av teknisk utrusning (Westgaard, Arge, & Moe, 2010).

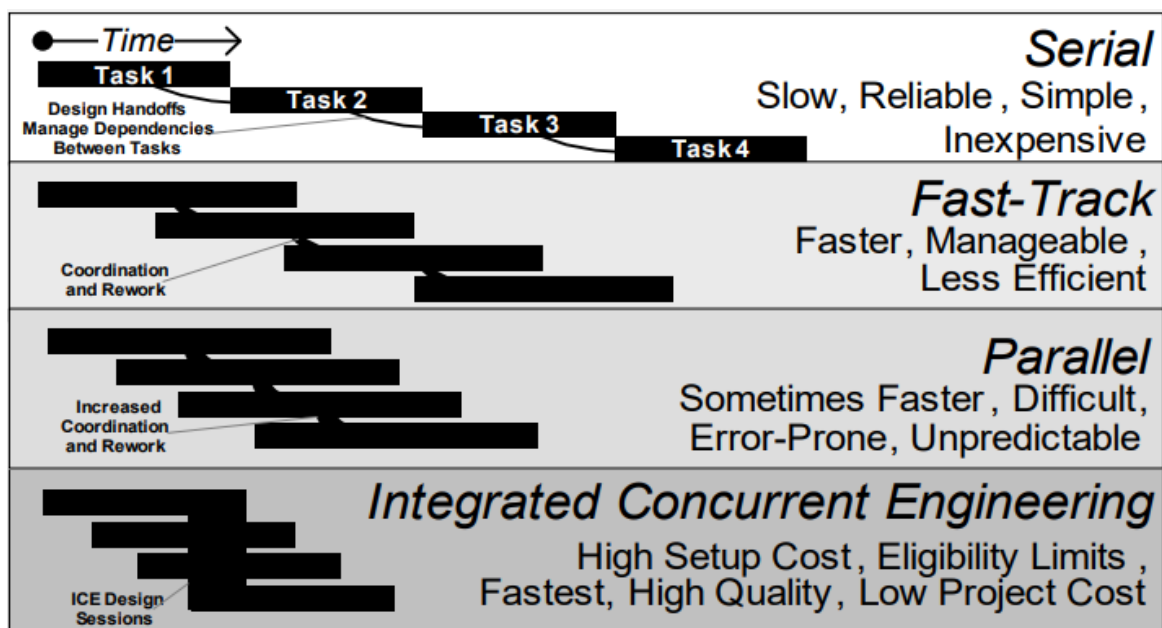
Et tradisjonelt prosjekt deles ofte inn i faser slik som vist i figur 8 og fasene følger tradisjonelt en lineær prosess som tar prosjektet fra idéfasen, videre over i prosjekteringsfasen og byggefasen og til slutt i drift og utrangering (Meland, 2000).



Figur 8 – Alle faser av byggeprosessen, utklipp fra (Meland, 2000)

Den tradisjonelle prosjekteringsmetoden er preget av at hvert enkelt prosjekteringsfag, slik som veg, vann og avløp og elektro jobber individuelt med sine definerte ansvarsområder og produksjon av egne forslag i form av tegninger og beskrivelser (Westgaard, Arge, & Moe, 2010). Men den tradisjonelle prosjekteringsmetoden møter utfordringer ved at tverrfagligheten i prosjektene krever mer fra hvordan prosjektene er organiserte og ledes. Den tradisjonelle måten å gjennomføre vegprosjektering på har likevel ikke vært statisk. Kravene og forventningene til bruk av 3D-verktøy og modeller har gradvis påvirket utviklingen av den tradisjonelle metoden mer og mer.

Chachere, Kunz, & Levitt (2009) fremstiller de ulike nivåene av integrasjon i prosjekteringen i figur 9. Figuren illustrerer hvordan man legger opp utførelsen av oppgaver i et prosjekt fra sekvensiell prosjektering hvor hver enkelt disiplin overleverer sin del av prosjektet til neste. Denne måten å jobbe på beskrives som sakte, men pålitelig og rimelig. Ytterpunktet i denne fremstillingen er den fullstendig integrerte prosjekteringsmetoden man får ved å benytte VDC.



Figur 9 – Figuren viser ulike nivåer av integrasjon av prosjektering (Chachere, Kunz, & Levitt, 2009)

3.5.1.1 Fra individuell til integrert prosjektering

Fordi det er blitt vanskeligere å se totalbildet i prosjekteringsarbeidet fra standpunktet til hvert av fagområdene er det blitt vanligere å søke etter integrerte prosjekteringsprosesser fremfor at fagene jobber individuelt. Ved å jobbe integrert gjør man det enklere å utføre nødvendig koordineringer og tilpasninger underveis i prosjekteringsarbeidet. Denne måte å jobbe på kalles ofte IPD, integrated project delivery (eventuelt også integrated design process IDP og benyttes som begrep av American Institute of Architects (Westgaard, Arge, & Moe, 2010).

IPD-prosessen skiller seg ikke nødvendigvis så mye fra faseinndelingene som presentert i Figur 7, men forsøker å se helheten i prosjektet fra prosjektet starter opp til det avvikles. IPD-prosessen ønsker å involvere berørte parter så tidlig som mulig, fokusere på sluttresultatet, ha åpen kommunikasjon i alle faser, gjøre de prosjekterende bevisst på konsekvenser av arbeidet de gjør og fokusere på risiko og belønning. Målet er høyere kvalitet og mer bærekraftige byggeprosjekter (Westgaard, Arge, & Moe, 2010). Hele IPD-prosessen beskrives ikke i detalj her, men IPD-prosessen er nært knyttet opp mot VDC-metodikken da VDC er en måte å tilnærme seg på ønsket om en integrert prosjekteringsprosess (Rischmoller, Reed, Khanzode, & Fischer, 2018).

3.5.1.2 Prosjekteringsfeil

I en rapport utført av COWI på vegne av Byggekostnadsprogrammet og Kommunal- og regionaldepartementet (COWI AS, 2008) hevdes det at endringskostnader knyttet til

prosjekteringsfeil i byggeprosjekter kan utgjøre 8 til 20 % av bestillingen avhengig av størrelsen på prosjektet. COWI definerer prosjekteringsfeil som feil som oppdages i byggefasen og etter at bygget er tatt i bruk. Øvrige prosjekteringsfeil som oppdages underveis i prosjekteringsarbeidet ble ansett som en del av en naturlig kreativ prosess. Men det kan også argumenteres at kostnader knyttet til feil i prosjekteringen som også blir oppdaget og rettet bør tas med slik at beløpene for alle feil kan bli vesentlige.

Jo større prosjektene er jo større en konsekvensene av prosjekteringsfeil. Slike prosjekteringsfeil kan ifølge rapporten til COWI har mange årsaker, men gjengående stammer feilene fra organisering, planlegging, styring og kontroll.

- Manglende gjennomarbeiding av prosjektet fra de prosjekterende, mange uløste problemer
- Manglende kvalitetssikring mot prosjekteringsgrunnlag, lover og forskrifter
- Manglende kvalitetssikring av grensesnitt og byggbarhet
- Endringsstyring, endringsbehandling
- Prosjektorganisasjon, definerte ansvarsforhold
- Samarbeidsklima, konflikter og posisjonering
- Faglig kompetanse
- Planlegging og fremdriftsstyring
- Prosjekteringskontroll
- Prosjektoverføringer

3.5.2 Vegprosjektering i Rambøll

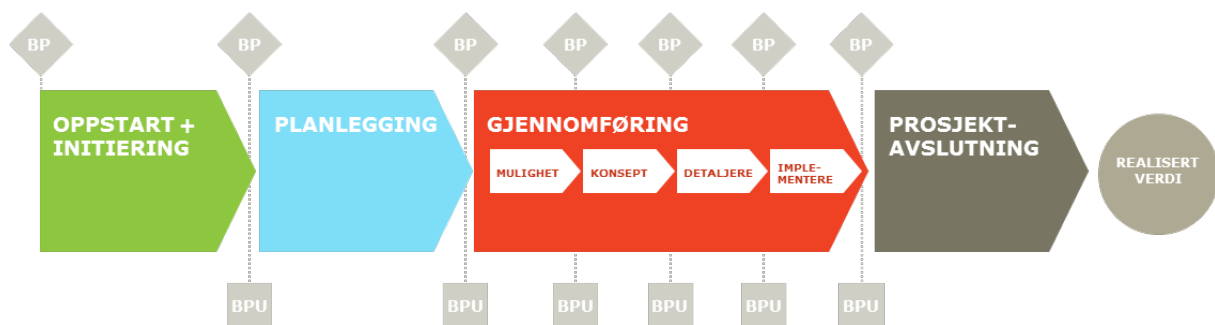
Rambøll er sertifisert etter ISO:9001 for god kvalitetsledelse og har utarbeidet et kvalitetssystem som er kalt K3. Det er ikke hensiktsmessig å gjøre en fullstendig redegjørelse for Rambølls kvalitetssystem her. I stedet er det forsøkt å finne fram til retningslinjer og prosedyrer som konkret omhandler planlegging- og prosjekteringsprosessen med spesielt fokus på metoder og verktøy.

I kvalitetssystemet finner man en felles prosjekteringsmetodikk under området for «prosjekteringsledelse» for Rambøll som selskap. Prosjekteringsmetodikken er ytterligere spisset for tre markedsområder; buildings, transport og energy. I det videre arbeidet er det referert til prosjekteringsmetodikken for markedsområdet transport.

Hensikten med å ha en felles prosjekteringsmetodikk er å skape felles retningslinjer og prinsipper for prosjektering i Rambøll slik at man på en gjenkjennbar og effektiv måte tar i bruk beste praksis på teknologi og metodikk. Rambølls prosjekteringsmetodikk består av 3 deler (Rambøll Norge AS, 2019):

- 1) en felles og omforent veiledning og beskrivelse av Rambølls anbefalte beste praksis for prosjekteringsmetodikk
- 2) rollebeskrivelse prosjekteringsleder med klart definert ansvarsoppgaver
- 3) samling av skjema og verktøy og gode eksempler

I figur 10 vises den overordnede prosjektprosessen og er gjenkjennbar som en typisk prosess i de fleste prosjekter. En sentral del av prosjekteringsprosessen i Rambøll er beslutningsportene. Beslutningsportene gjennomføres som milepælsmøter og har til hensikt å avklare status i prosjektet opp mot målene som er satt. Før man kan gå videre til neste fase skal beslutningsportene være gjennomført. Som et underlag og forberedelse til disse beslutningsportene er beslutningsunderlaget. Prosjektleder har ansvar for å utarbeide beslutningsunderlaget. Sammen med leder av styringsgruppen tas det avgjørelser basert på underlaget og milepælsmøtet.



Figur 10 - Figuren viser Rambøll Norges prosjektprosessen hvor beslutningsporter (BP) og beslutningsunderlag (BU) er merket. Kilde: Rambølls kvalitetssystem K3

3.5.2.1 Prosjektroller i Rambøll

Rollebeskrivelsene i prosjekteringsmetodikken utdyper hvilken funksjon de ulike rollene har, hvilken myndighet de enkelte har, ansvar og til slutt krav til kompetanse. I små prosjekter med lav kompleksitet (prosjektstørrelse i Rambøll er forklart i kapittel 3.5.2.2) er rollebeskrivelsene begrenset til oppdragsansvarlig, oppdragsleder, prosjektadministrator og fagansvarlig. For de mellomstore og de store prosjektene er det beskrivelser for en rekke støttefunksjoner, samt leder for styringsgruppen (kun ved de største prosjektene), prosjekteier, prosjektleder, prosjekteringsleder og BIM-manager. I mellomstore og de store prosjektene skal det alltid utnevnes en BIM-manager.

BIM-manageren har ansvaret for BIM-strategien i prosjektet og mye kontakt med kunden knyttet til oppfølging av BIM. BIM-manageren leder de tverrfaglige rollene og støtterollene for informasjonsbehandling i prosjektet og svarer direkte til prosjekteringsleder (Rambøll Norge AS, 2020).

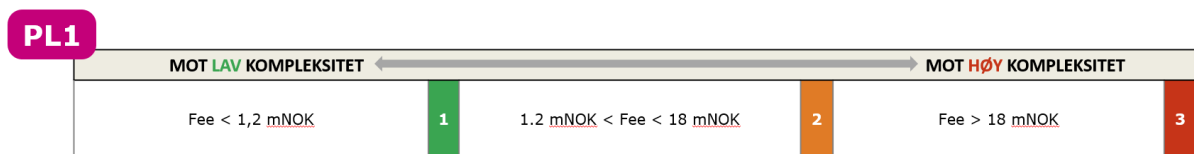
Tredje og siste del av prosjekteringsmetodikken, skjema og verktøy, består blant annet av disse dokumentene relatert til digital prosjektering, BIM og VDC-metodikken:

- Sesjonsplan for Samtidig Prosjektering (SP)
- Forslag til visuell planlegging
- Møteveileder

Disse dokumentene er beskrevet i de påfølgende kapitlene.

3.5.2.2 Prosjektstørrelse i Rambøll

Prosjektstørrelse i Rambøll er styrt av retningslinjen «PI-tool» (Rambøll Norge AS, 2021). Denne retningslinjen skal brukes på alle prosjekter og skal sikre et riktig nivå av dokumentasjon og styring. Prosjektene deles inn i nivåene av høy, medium og lav kompleksitet og nivåene bestemmes av i alt 8 parametere slik som størrelse på honorarer og kontraktstype. Retningslinjen «PI-tool» gjennomgås ikke i detalj her, men en vesentlig parameter, størrelsen på honorarer, trekkes frem siden det ofte avgjør om et prosjekt er lite eller stort. I figur 11 vises vurdering av kompleksitet basert på honorarstørrelse.



Figur 11 - "PI-tool" og vurdering av honorarstørrelser i Rambølls kvalitetssystem K3

En annen interessant parameter er hvorvidt prosjektet er flerfaglig og om de fleste (minimum 80%) er fra samme divisjon. Ved flerfaglige prosjekter med mange medarbeidere skal prosjektet defineres som middels stort og utløser dermed flere krav til dokumentasjon og vil også kreve for eksempel BIM-manager som rolle.

I spørreundersøkelsen som ble gjennomført i forbindelse med denne oppgaven (se kapittel 2.5.4) måtte deltakerne ta stilling til spørsmål knyttet til deres erfaringer og oppfatninger av små og store prosjekter. I undersøkelsen ble prosjektstørrelse forenklet ved at det kun var to alternativer, enten lite eller stort prosjekt og terskelen ble satt til ca. 15 millioner NOK (avviket fra figur 11 skyldes en forenkling i spørreundersøkelsen). De fleste prosjektene i Rambøll er prosjekter under 15 millioner NOK i honorarer.

3.5.3 BIM i Rambøll

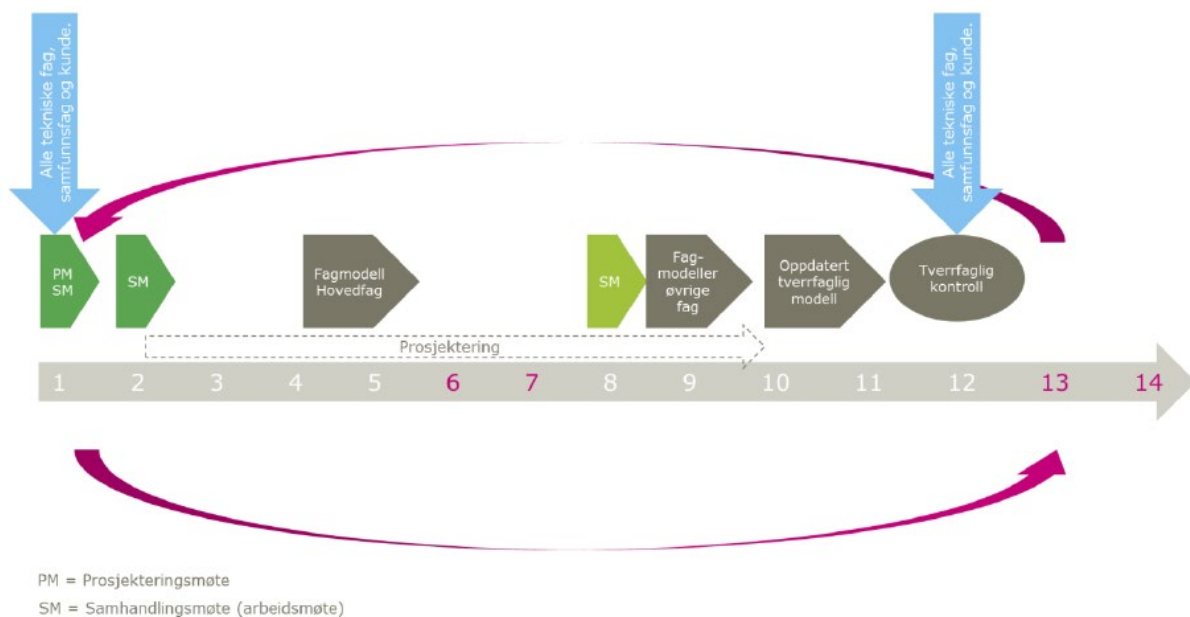
Styrende for all prosjektering i Rambøll er BIM-guiden som skal brukes i alle prosjekter med mindre noe annet er avtalt med oppdragsgiver og med forbehold om at modeller skal brukes i prosjektet. BIM-guiden er delt inn 3 deler (Rambøll Norge AS, 2020):

- Del 1: Digital prosjektering i Rambøll

- Del 2b: Faglige prosessbeskrivelser for samferdsel og byutvikling (Del 2a gjelder for bygg og arkitektur)
 - Del 2.5: Faglig veileder for veg
- Del 3: BIM-gjennomføringsplan

Figur 12 viser «Del 1: Digital prosjektering i Rambøll», en mer detaljer beskrivelse av Rambølls prosjekteringsprosess. Prosessen starter med prosjekteringsmøte og samhandlingsmøte med kunde. Etter hvert som prosjekteringsprosessen utvikler seg, skal det gjennomføres ytterligere samhandlingsmøter og de øvrige fagmodellene skal samles med hovedfagmodell i en tverrfaglig modell og til slutt utføres det tverrfaglig kontroll.

Prosessen kan gjenta seg i sykluser hvis det oppdages konflikter eller feil i prosjekteringen. Det er også nevnt støtte-verktøy og -metoder i forbindelse med prosjekteringsprosessen slik som visuell planlegging og samtidig prosjektering uten at dette er utdypet i detalj (VDC og samtidig prosjektering er utfyllende metoder og beskrives i senere kapitler).



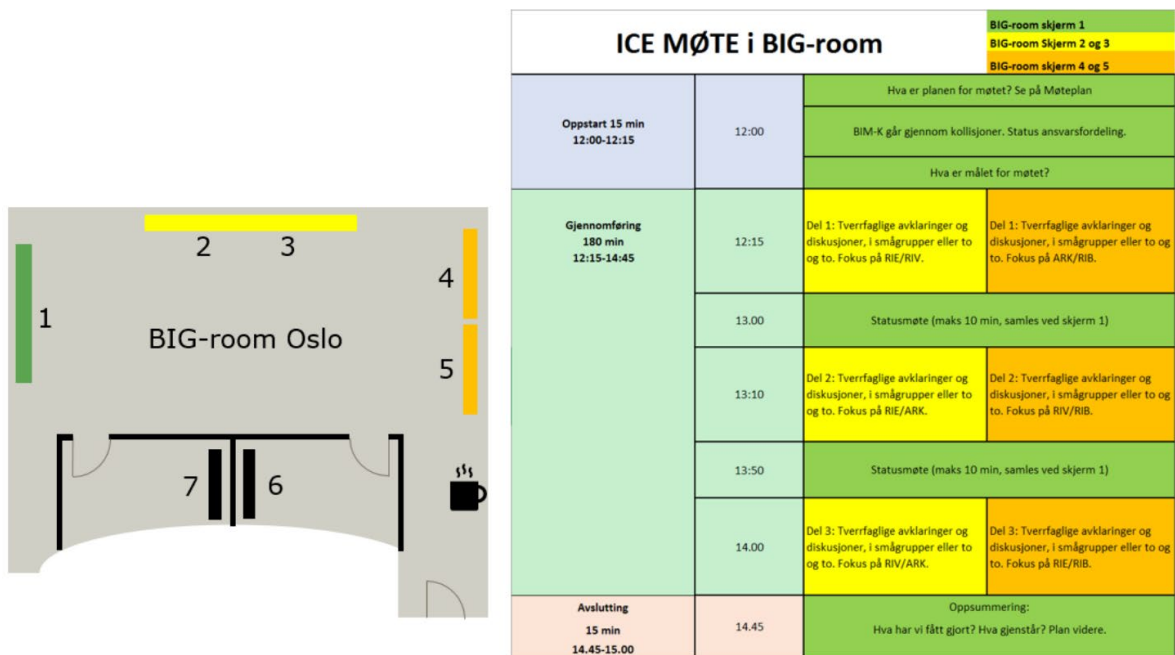
Figur 12 - Figuren viser prosjekteringsfasen med aktiviteter på en tidsakse i Rambølls K3 kvalitetssystem (BIM-Guide - Del 1 - Digital prosjektering i Rambøll)

Del 2 av BIM-guiden setter krav til faglige prosessbeskrivelser for en rekke fag slik som veg, konstruksjon, geoteknikk osv. hvor del 2.5 er faglig veileder for veg. I tillegg til fagvise prosessbeskrivelser er det en felles beskrivelse for alle fag, Del 2b, hvor Del 2a gjelder for bygg og arkitektur og Del 2b gjelder for samferdsel og byutvikling.

Del 2b, felles beskrivelse, tar for seg BIM-gjennomføring, detaljeringsgrad (level of development, LOD) for objekter og kvalitetskontroll. Både Del 2b felles beskrivelse og del

2.5 faglig veileder for veg lener seg mye på håndbok V770. I del 2.5 er kravene spisset mot vegprosjektering og tar opp tema slik som prosjektroller, grunnlagsdata, etablering av modell, faseinndeling med mer. I del Del 2.2 faglig veileder for BIM-manager beskrives oppgaven med å bistå oppdragsledelsen i gjennomføring av tverrfaglige arbeidsmøter som benevnes «ICE». I samme dokument er det også vist til dimensjonene 4D og 5D som mulige ytterligere formål med BIM.

I tilsvarende prosessbeskrivelse i Del 2a for prosjekteringsgruppelederen (PGL) under byggprosjektering nevnes også VDC-metodikken og metoden er kort forklart som et eksempel på en verktøypakke som kan bidra til å sikre tydelig kommunikasjon og økt kvalitet. I beskrivelsen av VDC er det fokus på ICE-møter og aksjonshåndteringsverktøy slik som JIRA og Microsoft Planner. Videre er det også definert nivåer av bruk av BIM i prosjekter som går fra ingen integrasjon av BIM (2D-plantegninger) til fullintegret BIM i prosjekter og over i driftsfase. En slik nivåinndeling er ikke benyttet for prosessbeskrivelsene for veg. I figur 13 vises et eksempel på oppsett av ICE-møte med agenda og opplegg for BIG-room.



Figur 13 - Eksempel på hvordan ICE-møter kan gjennomføres i Rambølls K3 kvalitetssystem (Del 2.1 – PGL prosessbeskrivelser for byggprosjektering)

Del 3 BIM-gjennomføringsplan er en mal som tilpasses det spesifikke prosjektet og skal leveres sammen med tilbud til kunden. BIM-gjennomføringsplan skal vise blant annet mål for prosjektet, roller og ansvar, hvordan Rambøll jobber med modeller og andre detaljer rundt gjennomføringen av digital prosjektering. BIM-gjennomføringsplanen støtter seg også i stor grad på håndbok V770 som et styrende dokument.

3.6 Virtual Design and Construcion (VDC)

I dette kapittelet er VDC-metodikken beskrevet med utgangspunkt i metoden som utviklet av Integrated Facility Engineering (CIFE) ved Stanford University i USA.

3.6.1 Bakgrunn

CIFE utvikler og tester prosjekteringsmetoder og ledelsesformer i byggebransjen og har som ambisjon å være verdensledende i å møte utfordringer med mangel på arbeidskraft og lav produktivitet (Stanford University, u.d.). Khanzode, Fischer, Reed, & Ballard (2006) hevder at andre industrier, slik som bilindustrien har økt effektivitetet minst to ganger ved å innføre prinsippene i LEAN (LEAN beskrives i kapittel 3.6.8).

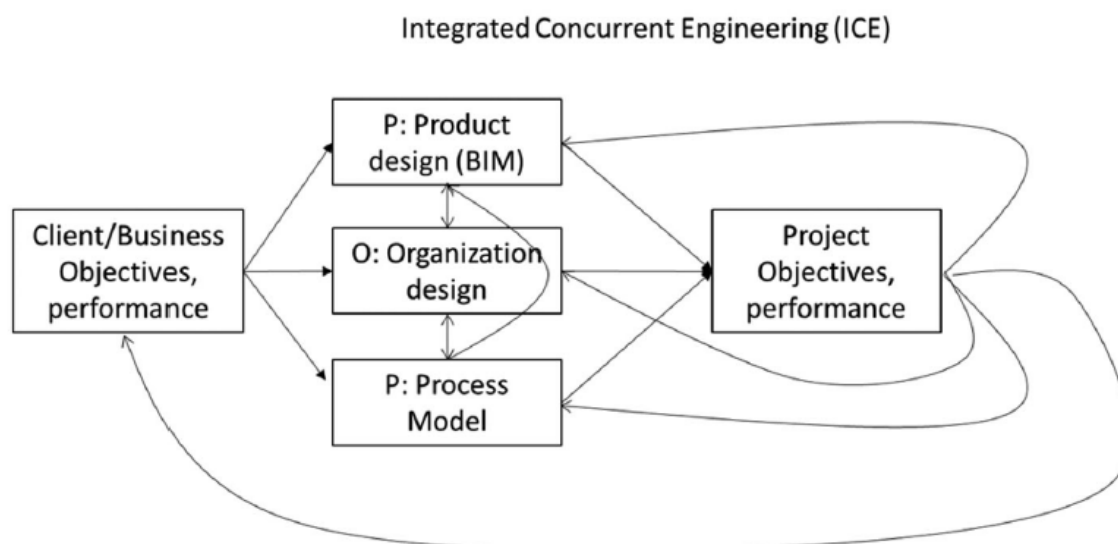
Hver enkelt aktør i byggebransjen, slik som ingeniører, arkitekter og entreprenører har etter hvert fått tilgang til dataassistert konstruksjon i form av digitale tegninger og 3D-modeller. I tillegg har man fått mange måter å samarbeide og dele informasjon via internett, men likevel har den totale effektiviteten til bransjen ikke økt slik som man kunne forvente (Khanzode, Fischer, Reed, & Ballard, 2006). Manglende samhandling mellom aktørene og en oppstykket måte å drive byggebransjen har bidrar til lav effektivitet.

For å gjøre noe med den lave effektiviteten og for å finne en integrert måte å jobbe på i byggebransjen startet CIFE i 2001 arbeidet med VDC-metodikken. VDC-metodikken undervises nå i mange land og benyttes som en foretrukket prosjekteringsmetode i et bredt spekter av bedrifter. I Norge satser blant annet NCC og Skanska på VDC som prosjekteringsmetode i sine prosjekter. For å øke kompetanse i VDC samarbeider NTNU og Stanford University om et sertifiseringsprogram hvor det på hvert enkelt kurs er plass til 200 deltakere.

3.6.2 VDC-metodikken

VDC er en helhetlig metodikk for prosjektstyring som omfatter verktøyene Integrated Concurrent Engineering (ICE), bygningsinformasjonsmodellering (BIM), prosess- og produksjonsledelse og målstyring (prosjekt mål og kundemål). Disse verktøyene gjennomgås i de videre kapitlene.

VDC-metodikken benytter seg av kvalitetsforbedringsmetoden kjent som PDCA (Plan-Do-Check-Act) for kontinuerlig kontroll og forbedring. PDCA-metoden ble utviklet av William Edwards Deming, fremstilles ofte som en sirkel og på norsk beskriver man ofte stegene som planlegge, utføre, kontrollere og korrigere (Brudvik, 2010). I figur 14 vises elementene i VDC-rammeverket i slike PDCA-sirkler slik som fremstilt av (Kunz & Fisher, Virtual design and construction, 2020).



Figur 14 – VDC-rammeverket slik som fremstilt av (Kunz & Fisher, Virtual design and construction, 2020)

VDC-rammeverket tar utgangspunkt i definerte kundemål som forteller hvorfor prosjektet gjennomføres (client/business objectives). Kundemålene er da inngangsdata til det som refereres til en POP-modell; produktet (P: Product design), prosjektorganisasjonen (O: Organization design) og prosjektstyringsmodellen (P: Process model). Disse er da igjen inngangsdata til prosjektmålene som forteller hva prosjektet må gjøre for å nå kundemålene (Project objectives). Informasjon flyter fram og tilbake mellom disse elementene og prosjektet måles på en rekke parametere for å sjekke om prosjektet treffer på de målene som er satt.

Et vesentlig verktøy for å få til de ønskede effektene av VDC-metodikken er Integrated Concurrent Engineering (ICE) eller samtidig prosjektering som det ofte oversettes til på norsk. ICE-møter er sosiale og inkluderer hele prosjektet og dets disipliner i designprosessen.

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM) representerer produktet visualisert i 3D. Prosjektorganisasjonen representerer alle deltakerne i prosjektet, budsjetter og oppgaver. Prosjektstyring representerer fremdriften i prosjektet og avhengigheter. I VDC benyttes ofte verktøyene Last Planner System (PPM) eller involverende planlegging på norsk.

Målinger er sentralt i VDC-metodikken og kan utføres med en rekke parametere slik som prosent plan utført (PPU) og spørreskjema for evaluering av møter (Belsvik Reinholdt, Lædre, & Hjelseth, 2019).

3.6.3 ICE

ICE er en interaktiv og integrert arbeidsform som samler interessentene i prosjektet og muliggjør innhenting av informasjon på tvers av interessentene raskt og presist. Informasjonen skal kunne brukes til å ta raske og trygge beslutninger som ellers ville tatt vesentlig lengre tid å utrede (Khazode, Fischer, Reed, & Ballard, 2006). ICE brukes ikke bare av disiplinene innad i prosjektet, men brukes sammen med kunder, arkitekter, entreprenører og alle andre som trenger pålitelig informasjon eller raskt grunnlag for beslutninger i prosjektet.

Prosjektbloggen.no beskriver en løsning for ICE-møter i tre steg slik: (Haneborg, 3 tips for et vellykket ICE-møte, 2020);

1. Gjennomgang av agenda og mål for sesjonen
2. Introduksjon til temaet som skal det skal arbeides med
3. Arbeid med løsninger og beslutninger

1. Gjennomgang av agenda og mål for sesjonen

I ICE-sesjoner er det vanlig å benytte seg av et skjema som samler informasjon om målene for ICE-sesjonen, beslutningspunkter og endelige beslutninger, agenda, deltakere, evaluering av møtet og forbedringsforslag fra deltakerne.

Skjemaet sendes til deltakerne før møtet slik at alle kan forberede seg til møtet. I skjemaet er det angitt hvem som har ansvar for de forskjellige forberedelsene. På denne måten kan man komme til beslutninger raskt ved at informasjonen er lett tilgjengelig og kan fremvises i for eksempel et big-room (eksempel på dette er vist figur 13) eller på en delt skjerm i et digitalt møterom. Skjemaet kan eksempelvis utformes slik som i figur 15.

Sesjon					
Bestilling:	Hva er bestillingen? Og hvem har bestilt sesjonen?				
Deltagere og Forberedelser					
Felles forberedelser	Her skriver du hva alle skal gjøre før sesjonen				
Navn	Rolle	Forberedelser	Svar positivt på innkalese	Møtt	
Navn 1	Rolle i prosjektet/sesjonen	Hva skal denne personen spesielt forberede seg på.			
Navn 2	Fasilitator				
Navn 3	Referent				
Agenda					
Sak	Ansvarlig	Ønsket Resultat	Tidspunkt	Tid	Løst i sesjonen (Ja/Nei)
Godkjenning av agenda	SP - Ansvarlig??		9:00	0:20	

Figur 15 - Eksempel på skjema for ICE-sesjoner (Haneborg, 3 tips for et vellykket ICE-møte, 2020)

Skjemaet brukes aktivt i møtet og det fylles ut de beslutninger som er tatt og kommentarer til disse. Møtet avsluttes med en evaluering av måloppnåelse og en enkel undersøkelse blant deltakerne rundt nytten av møtet.

I ICE-møter er det vanlig å definere roller. Viktige roller er for beslutningstakere, sesjonseier, fasilitator og team-medlemmer. Beslutningstakere er de som har riktig autoritet til å ta avgjørelser som kan påvirke eksempelvis designet, økonomi og fremdrift. Dette kan eksempelvis være kunde eller prosjekteringsleder. Sesjonseieren er den personen som har behov for at beslutningen tas. Fasilitatoren sørger for at prosessen gjennomføres slik at målene for sesjonen nås og at møtet ledes på en god måte. Til slutt er rollen som team-medlem og det er disse som sitter med kunnskapen som er nødvendig for å ta en beslutning. Team-medlemmene deltar ut ifra at de sitter på konkret kunnskap om det spesifikke temaet som skal vurderes.

2. Introduksjon til temaet som skal det skal arbeides med

ICE-møter må ha konkrete tema det skal jobbes med. ICE-sesjoner kan være krevende for deltakerne da man jobber intensivt. I tillegg må man jobbe foran en større gruppe mennesker og det kan være mange interessenter til stede i møtet.

Haneborg (2020) presenterer noen tips til hvordan man jobber med temaer i ICE-sesjoner;

- Man reduserer antall involverte fag og beslutningstakere til en størrelse som er håndterbar innenfor ett møte.
- Hvis temaet er stort og inneholder mange undertema kan man dele det opp i mindre ICE-sesjoner og senere samle trådene i en felles ICE-sesjon
- Noen ganger er et tema for lite utredet og krever modning. Da må man avslutte ICE-sesjonen og jobbe videre med forberedelser

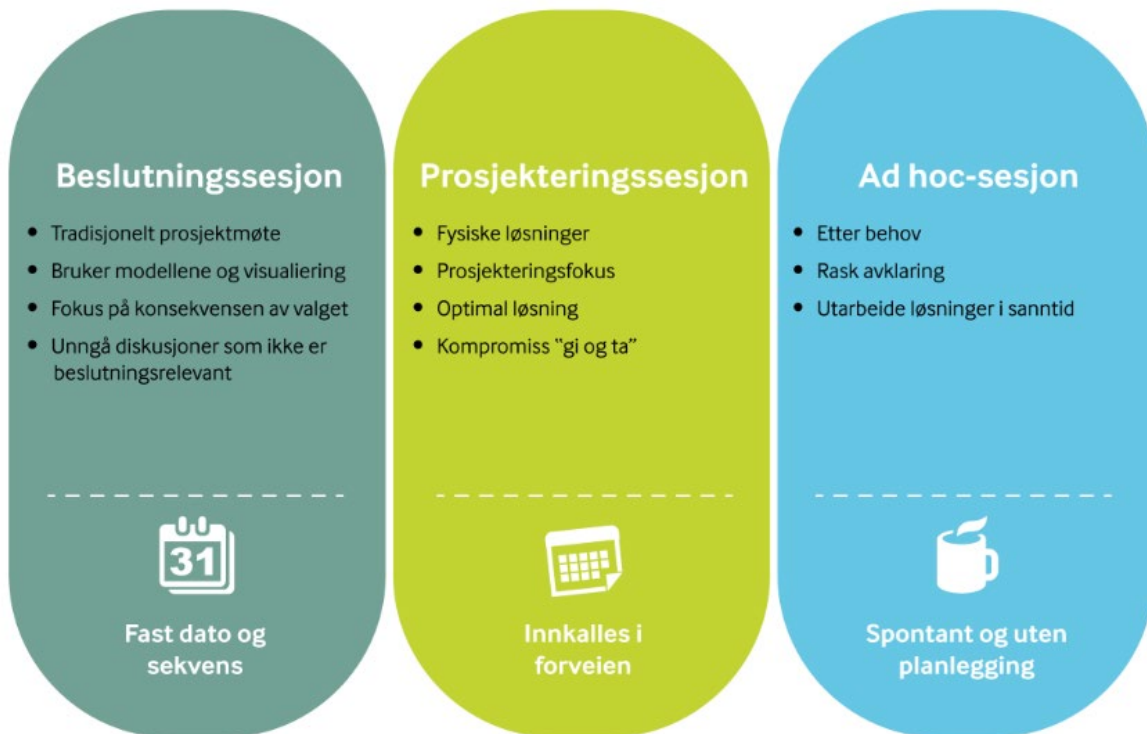
Det som skal gjennomgås i ICE-sesjonen skal ikke være en overraskelse for deltakerne i møtet.

3. Arbeid med løsninger og beslutninger

Selve gjennomføringen av ICE-sesjoner skjer som regel i et BIG-room eller samhandlingsrom på norsk. Slike rom legger til rette for at mange kan jobbe i samme rom og dele informasjon på flere skjermer. Alternativet til dette er også deling av skjerm i digitale møterom. Et eksempel på BIG-room er vist i figur 16.

I Norge og i Rambøll benyttes en videreutvikling av ICE-sesjonen slik den er presentert av Kunz & Fisher (2020) ved at man definerer 3 ulike varianter av ICE-sesjoner (Haneborg, Prosjektbloggen.no, 2021)

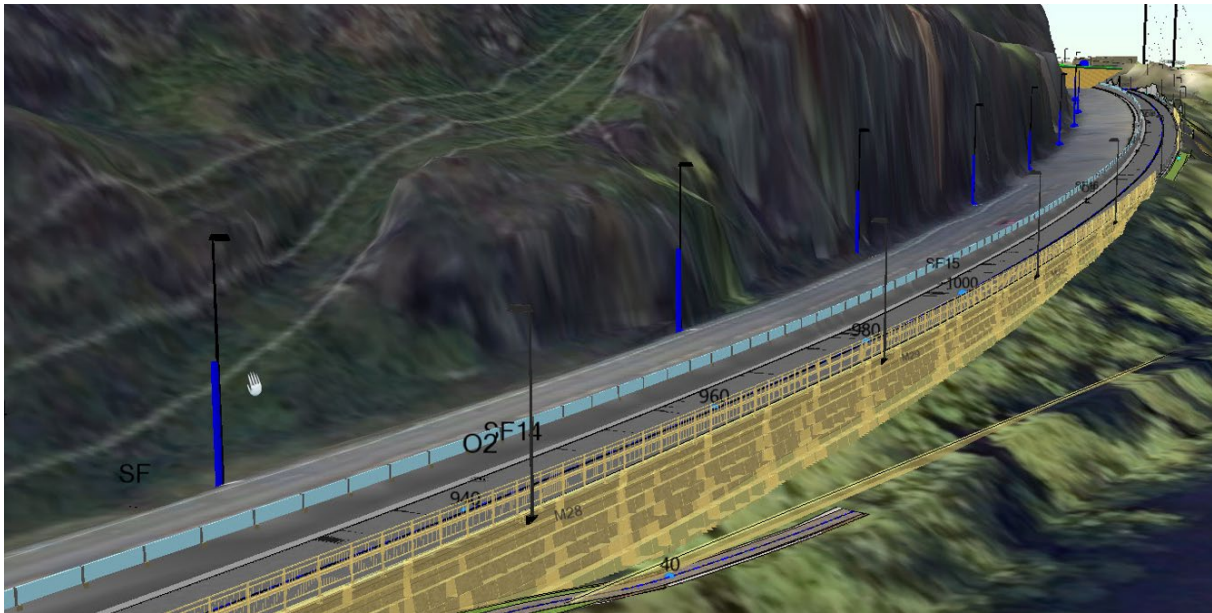
SESJONSTYPER



Figur 16 - Oppdeling av ICE-sesjoner i ulike typer (Haneborg, Prosjektbloggen.no, 2021)

3.6.4 BIM

BIM er kjernen i VDC og legger til rette for visualisering og gir informasjon om egenskaper slik som dimensjoner, materialer, kostnader og nødvendige kunnskap for produksjonen. For at VDC-metodikken skal fungere på en best mulig måte er prosjektet nødt til å kunne bruke BIM aktivt. Dette innebærer at prosjektdeltakerne må få opplæring i bruk av 3D-modeller, noe som krever både utviklingskostnader og løpende kostnader med programvare og utstyr (Kunz & Fisher, Virtual design and construction, 2020).



Figur 17 – Eksempel på 3D-modell med gang- og sykkelveg og støttemurer

3.6.5 Prosjektstyring (prosjektplanlegging)

I VDC-rammeverket beskrevet av Kunz & Fisher (2020) inngår prosjektstyring som en del av metodikken og «The Last Planner System» brukes ofte som et konkret verktøy for prosjektstyring. Utviklingen av prosjektstyringsverktøy og metoder har en sammenheng med utviklingen av «lean construction».

Uttrykket «lean» i «lean construction» stammer fra «lean production», et prinsipp før tatt i bruk i bilindustrien for å produsere biler i mange varianter, men med høy kvalitet. «Lean production», ofte kalt strømlinjeformet produksjon på norsk (Wikipedia, 2021), består av å definere behovet og verdien til et produkt, redusere unødvendige prosesser som ikke bidrar til å skape verdi, fjerne flaskehalsen i produksjonen, ha tilgjengelig ressurser når det er behov for de og alltid forsøke å optimalisere produksjonen (Autodesk, 2020).

«Lean construction» tar prinsippene fra «lean production» inn i prosjektstyring ved at man fokuserer på forutsigbarhet og samarbeid mellom de ulike aktørene i prosjektet. «The Last Planner System» bruker prinsippene i «lean» i fem steg (Autodesk, 2020); prosjektet legger en hovedfremdriftsplan tidlig i prosjektet, man bruker prinsippene bak bakoverplanlegging hvor man ser på hvilke deloppgaver som er nødvendige for å fullføre en milepæl, ser fremover for å finne begrensninger i fremdriften, sjekke status for løpende oppgaver og lære av de feilene man har gjort i prosjektet.

«Lean construction» har fordelene ved at medarbeiderne blir mer involverte i planleggingen og prosjektet, man finner utfordringer i planleggingen raskere og man øker produktiviteten i prosjektene (Autodesk, 2020).

3.6.6 Målstyring

Målstyring er en del av alle prosjekter. Prosjekter måles blant annet på fremdrift, økonomi og helse, miljø og sikkerhet, men målingene evaluerer ofte prosjektet *etter* at en oppgave er utført og lite underveis i arbeidet (Belsvik Reinholdt, Lædre, & Hjeltseth, 2019). I VDC brukes målinger for kontinuerlig forbedring og hensikten er å kunne korrigere utfordringer med prosjektering eller utførelse samtidig som arbeidet pågår. Spesielt kvalitet på prosjekteringsarbeidet og informasjonsflyt kan forbedres ved å gjennomføres målinger (Belsvik Reinholdt, Lædre, & Hjeltseth, 2019).

Belsvik Reinholdt, Lædre, & Hjeltseth (2019) anbefaler en rekke ulike målinger i prosjekter, men målingene bør velges ut basert på hvilke effekter man ønsker å oppnå i det konkrete prosjektet. Målinger som passer de fleste prosjekter er målinger av kvalitet på møter (for eksempel «Percentage Plan Complete», «Task Anticipated» og «Task Made Ready»), målinger av kollisjoner i BIM, rotårsaker for manglende leveringer ved milepæler og manglende beslutningstaking.

3.7 Samtidig prosjektering

Begrepet «samtidig prosjektering» har allerede vært brukt i noen sammenhenger tidligere i denne masteroppgaven. Siden både samtidig prosjektering og VDC ofte benyttes som terminologi i Norge er det interessant å se kort på hva «samtidig prosjektering» er. «Samtidig prosjektering» kan både være en direkte oversettelse av ICE-verktøyet slik som beskrevet i kapittel 3.6.4, men også videreutviklet en selvstendig prosjekteringsmetode.

Metier OEC har i samarbeid med blant annet Rambøll utviklet rammeverket rundt metoden de kaller for Samtidig Plan og Prosjektering (SPP) (Metier OEC, u.d.). Metoden er spesielt utviklet for bruk i planlegging og prosjektering av samferdselsprosjekter. Metoden drar erfaringer fra VDC, ICE, LEAN og flere andre konsepter og skal fungere som en *strukturert tilnærming til tverrfaglig teamarbeid i prosjekter for å effektivisere planleggingen i samferdselsbransjen*.

Metier OEC (u.d.) beskriver Samtidig Prosjektering som en kompletterende metode til VDC. SPP legger vekt på planlegging av «sesjoner» (tilsvarende ICE-møter i VDC) og å sette opp ulike sesjoner for ulike mål. Videre gir SPP konkrete verktøy som er spesielt tilpasset norske forhold.

3.8 VDC i Rambøll

Som beskrevet i kapittel 3.5 fremkommer det terminologier knyttet til VDC-metodikken i flere av dokumentene som er knyttet til planlegging- og prosjekteringsprosessene. Men

samlet sett fremstår VDC-metodikken som fragmentert og ikke en integrert del av planlegging- og prosjekteringsprosessen i de styrende dokumentene. VDC er foreløpig ikke foretrukket prosjekteringsmetode for den store mengden små og mellomstore prosjekter, men tas i bruk i tilfeller hvor dette enten er etterspurt av kunde eller valgt spesielt som en prosjekteringsmetode i prosjekt.

Det benyttes også ulike terminologier flere steder i kvalitetssystemet til Rambøll. For eksempel varierer det om ICE eller samtidig prosjektering (SP) benyttes som metode, selv om innholdet i metodene er like.

I internkontrollsystemet finnes det eksempler på sesjonsplanlegging for samtidig prosjektering, men som også kan sidestilles med ICE-møter og benyttes i prosjekter som omtaler prosjekteringsmetodikken som VDC. I figur 18 vises en mal for sesjonsplan for samtidig prosjektering med mål og beslutningspunkter, resultater, kvalitative vurderinger og agenda.

SESJONSPLAN SAMTIDIG PROSJEKTERING

Tittel:		RAMBØLL Kundelogo		
Prosjekt:		Dato:		
Fase:		Sesjonsnr.:		

MÅLSETNINGER OG BESLUTNINGSPUNKTER

#	Målstrenger	Ansvarlig
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Mål / Resultat (SMART(E))
Spesifikk
Målbare
Relevante
Tidsbestemte (Enkelt)

RESULTAT / BESLUTNING

Resultat	Måloppnåelse	Kommentar
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Oppnådd: #DIV/0!

KVALITATIV EVALUERING Δ

Hva var bra?	Hva kan gjøres bedre?

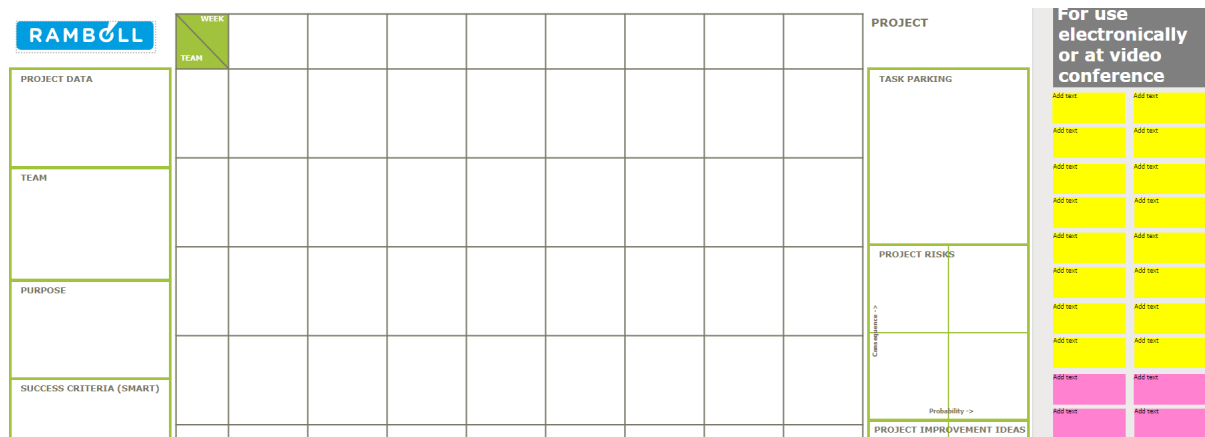
Hvor nyttig var møtet?

AGENDA

#	Fra	Til	Varighet	Tema	Ansvar
1	09:00	00:15		Introduksjon og mål med sesjonen	
2	09:15	00:20			
3	09:35	00:20			

Figur 18 - Sesjonsplan for Samtidig Prosjektering (SP) i Rambølls kvalitetssystem K3

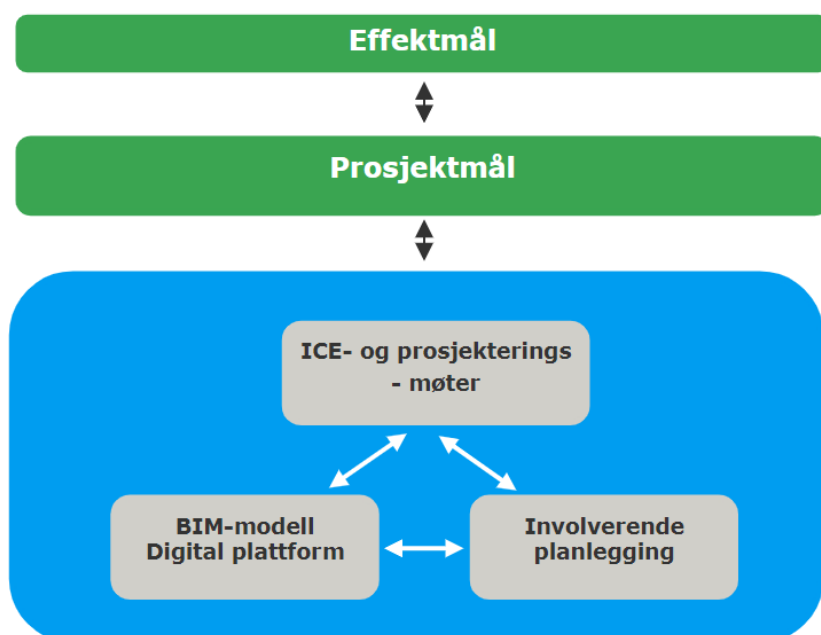
Internkontrollsystemet har også et eksempel på visuell planlegging som vist i figur 19. I dette tilfellet er det ikke referert til VDC eller SP som metode.



Figur 19 - Forslag til visuell planlegging i Rambølls K3 kvalitetssystem

3.9 VDC i prosjekt E39 Bokn - Hope

I prosjekt E39 Bokn – Hope ble det lagt vekt på bruk av VDC hvor ICE-møter, BIM-modell og involverende planlegging ble presentert som en måte å kunne nå effekt- og prosjektmålene. I figur 20 kan man se dette satt opp skjematisk. VDC skal i følge Rambøll sikre raske avklaringer og korte beslutningsveier ved at oppdragsgiver er direkte involvert i arbeidet. Videre skal metoden sikre at man slipper dobbeltarbeid og at man har kontroll på avhengigheter.



Figur 20 – Figuren illustrerer hvordan Rambøll skal bruke VDC-metodikken for å oppnå målene i prosjektet (hentet fra Rambølls oppdragsbeskrivelse for prosjekt E39 Bokn – Hope)

3.9.1 ICE-møter

ICE-møter beskrives av prosjektet som møter hvor det er satt en klar agenda og deltakerne er beslutningsdyktige. ICE-møtene skal evalueres mot avslutningen av møtene. Prosjektet skiller mellom beslutningsmøter og arbeidsmøter, hvor beslutningsmøter er planlagt mot milepæler i fremdriftsplanen og har til hensikt å lande større avgjørelser.

3.9.2 Involverende planlegging

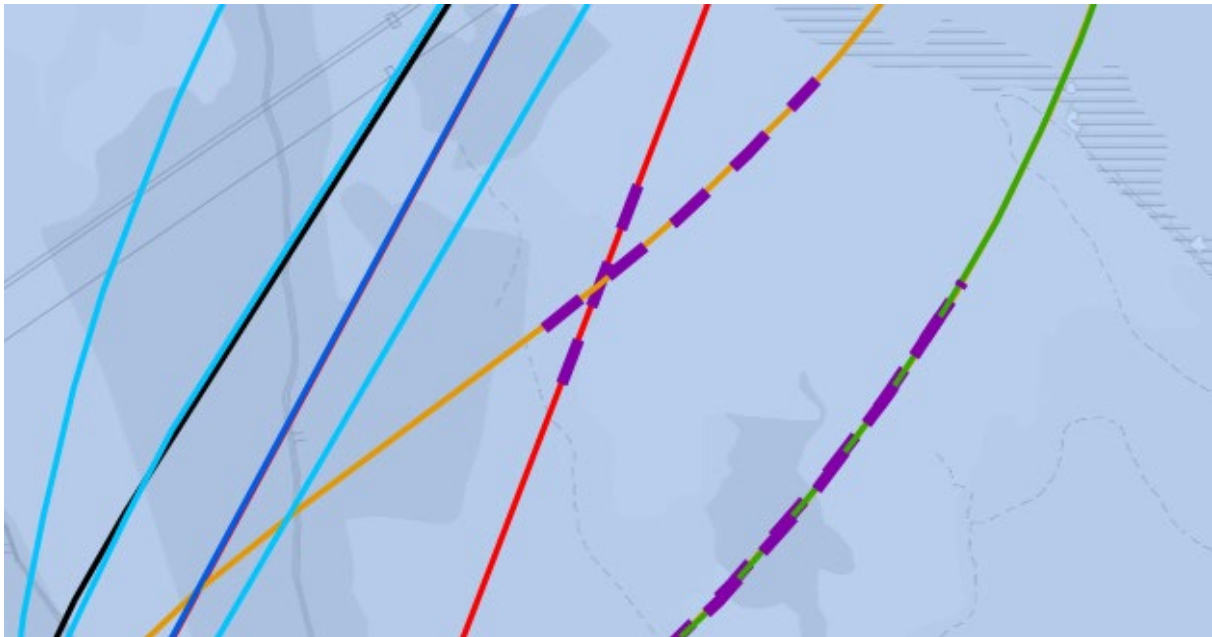
Prosjektet legger opp til å benytte involverende planlegging for å samle prosjektdeltakerne for å bli enige om rekkefølge på gjennomføringen. En annen hensikt som fremheves er å bidra til at hver enkelt medarbeider kan påvirke sin arbeidshverdag ved å kunne være delaktig i planleggingen av fremdriftsplanen. Prosjektet skal benytte «Last planner system» som metode for planleggingen. Denne metoden er beskrevet i kapittel 3.6.5.

3.9.3 BIM-modell / Digital plattform

BIM fremstilles som en helt vesentlig del av prosjektgjennomføringen for prosjekt E39 Bokn – Hope. BIM benyttes som basis for automatisering, integrering og informasjon, samt til samhandlingsplattform. For automatisering benyttes blant annet programmet Quantm for å finne veglinjer i terrenget og åpne formater benyttes for å kunne utveksle veglinjer mellom ulike programmer og verktøy. For integrering og informasjon benyttes blant annet ett felles samhandlingsverktøy hvor også byggherren har tilgang til det som produseres i prosjektet og informasjon som bør deles.

3.9.4 Geografisk informasjonssystem (GIS)

En annen del i bruken av BIM er å kunne presentere planer ved hjelp av en GIS-plattform. Denne plattformen vil brukes både internt i prosjektet for informasjonsdeling, men også for kommunikasjon ut mot offentligheten. I GIS-plattformen kan det legges inn informasjon som kan filtreres og fremstilles blant annet på kart. I figur 21 under vises et eksempel på veglinjer i terreng.



Figur 21 – Veglinjer i over terreng (eksempel fra GIS-plattform)

3.9.5 Oppsummert

VDC-metodikken i prosjekt E39 Bokn – Hope er i all hovedsak lik VDC-metodikken slik den presenteres av Kunz & Fisher (2020). Deler av fremgangsmåten til prosjekt E39 Bokn – Hope er påvirket av SPP-metodikken ved at ICE-sesjonene er planlagt for ulike formål. Prosjektet har likevel valgt å kalle prosjekteringsmetodikken for VDC, noe som kanskje kan forklares ved at terminologien VDC er mest kjent i bransjen og at man blant annet har VDC-sertifisering i Norge.

3.10 Tekniske og menneskelige krav knyttet til VDC

I de foregående kapitlene er det redegjort for metodikken bak VDC, men de tekniske og menneskelige kravene for å gjennomføre VDC er lite diskutert. Slike tekniske og menneskelige krav kan være en utfordring fordi bedrifter må investere i nytt teknisk utstyr og programvare, samt at medarbeiderne må tilpasse seg en prosjekteringsmetode som kan kreve mye av hver enkelt. Det er ikke gitt at bedrifter klarer å oppfylle slike tekniske og menneskelige krav.

Kim, Liu, & Ghimire (2019) gjennomførte en studie ved bedrifter i byggeindustrien i USA på hvilke kunnskaper som var påkrevd av medarbeidere som benytter VDC i prosjekt. Studien kom fra til at kunnskaper rundt visualisering, bruk av dataverktøy og 3D-modeller var noen av de viktigste. VDC er en teknologidreven metodikk og for å kunne aktivt delta i prosjekter som benytter VDC-metodikken må medarbeiderne også henge med på teknologisk utvikling.

Videre undersøkte de også hvilke personlighetstyper som nødvendige for å få VDC til å fungere og kom fram til at medarbeidere innenfor VDC må være organiserte, gode til å kommunisere, detaljorienterte og metodiske, blant annet. Dette er egenskaper som kan være krevende å finne og mangel på medarbeidere som innehar slike egenskaper kan være med på å gjøre at VDC-metodikken ikke gjennomføres på en god måte.

Eksempelvis vil kommunikasjonsegenskapene til medarbeiderne kunne avgjøre hvor godt utbytte man får av ICE-møter.

3.11 Oppsummering: Sammenligning av VDC-metodikken og tradisjonell prosjekteringsmetode

I tabell 10 er det forsøkt oppsummert forskjellene mellom prosjektering med VDC-metodikken og tradisjonell prosjekteringsmetode.

	VDC-prosjektering (integreert/samtidig prosjektering)	Tradisjonell prosjekteringsmetode (sekvensiell prosjektering)
BIM	Utstrakt bruk av BIM-modeller, gjerne flere dimensjoner «4D» og «5D»-modeller.	VS Tegningsbasert eller kombinasjon av BIM-modeller og tegninger
Planlegging	Involverende planlegging. Oppstart for disiplinene skjer som regel samtidig.	VS Prosjektet er gjerne planlagt før prosjektdeltakerne starter opp sitt arbeid. Disipliner involveres ved behov.
Disiplin-integrasjon	Disipliner jobber samtidig og integreert.	VS Disipliner jobber sekvensielt (etter hverandre) etter en plan og lite integreert.
Disipliner	Disiplininndelinger er mindre tydelige.	VS Disiplininndelinger er tydelige.
ICE-møter	ICE-møter (evt. «sesjoner») brukes for beslutninger, samtidig prosjektering og «ad-hoc»-møter.	VS Noe bruk av særmøter for spesielle problemstillinger. Disipliner samhandler, men gjerne rutinemessig og sjeldent.
Prosjekterings-møter	Prosjekteringsmøter brukes primært til prosjektoppfølgning, ikke prosjektering	VS Prosjekteringsmøter viktig møtepunkt for disiplinene i prosjektet, men beslutninger settes ofte frem i tid
Kommunikasjon	Effektiv kommunikasjon og ønske om åpenhet og deling	VS Lite kommunikasjon og vern om egen disiplin

Feil i prosjektering	Feil i prosjekteringen eller avhengigheter oppdages raskt. Man jobber helhetlig og tverrfaglig.	VS Feil i prosjekteringen eller avhengigheter oppdages gjerne sent. Man jobber isolert og med hvert sitt fag.
Digitale verktøy	Digitale verktøy viktig, slik som «smart board», «big room» og VR-briller for integrert tverrfaglig prosjektering	VS Færre felles digitale verktøy mellom disipliner
Målinger	Målinger underveis i prosjekteringen og i byggefasen	VS Ferdig prosjektering ofte viktig og avsluttende milepæl
Leveranse	Leveranser skjer gjerne som én modell	VS Leveranse ofte som tegninger, men modeller er også blitt mer vanlig
Byggefasen	Fokus på byggefasen. Prosjekteringen trenger ikke være ferdigstilt før bygging starter. VDC fortsetter inn i byggefasen.	VS Prosjekteringsgrunnlaget skal ofte være ferdig før bygging starter
Livssyklus	Fokus på livssyklus (drift, vedlikehold og avvikling)	VS Mindre fokus på livssyklus

Tabell 10 – Sammenligning av VDC-metodikken og tradisjonell prosjekteringsmetode (Rambøll, u.d.; Tveiten, 2016; Westgaard, Arge, & Moe, 2010)

4 Resultater

I resultatkapittelet redegjøres det for funnene fra intervjuene med prosjektlederne og spørreundersøkelsen i case-studiet E39 Bokn – Hope. Prosjekt E39 Bokn – Hope er også beskrevet i dette kapittelet.

4.1 Intervjuer med prosjektledere

Intervjuene ble gjennomført september 2021 og tidlig i arbeidet med denne masteroppgaven. Målet var å bli kjent med erfarne prosjektledere i Rambøll som har jobbet med VDC. Videre var dette første steg i innhenting av informasjon om VDC i små prosjekter og en mulighet til å få i gang en diskusjon om temaet og gi ledetråder for arbeidet videre. Intervjuene ble gjennomført på teams. Det er tatt notater fra intervjuene i form av referat og ikke transkribering. Resultatene av disse intervjuene er fremvist og godkjent av deltakerne.

4.1.1 Intervjuguide

Intervjuguiden ble utformet ut fra det kunnskapsgrunnlaget som på tidspunktet for intervjuene var klart. Siden intervjuene ble gjennomført er både problemstilling og forskningsspørsmål endret noe.

Problemstilling som ble presentert for informantene var «Hvordan kan VDC-metodikken gjennomføres i små prosjekter?».

Forskningsspørsmålene som ble brukt som grunnlag for spørsmålene og diskusjonen er listet opp under.

- FS1: Hvordan brukes VDC i Rambøll?
- FS2: Hvordan bør VDC gjennomføres i små prosjekter?
- FS3: Hvilken kompetanse og teknisk utstyr er nødvendig for gjennomføring av VDC i små prosjekter?
- FS4: Hvilke effekter forventer man av VDC i små prosjekter?

Intervjuguiden bestod av spørsmålene som er listet opp under.

1. Hvem er du og hva jobber du med?
2. Hvilken erfaring har du med VDC?
3. Har du formell kompetanse i bruk av VDC?
4. Hva ønsker man å oppnå med VDC-metoden?

5. Hva kjennetegner et VDC-prosjekt?
6. Hvorfor har vi innført VDC?
7. Har du inntrykk av at det er i hovedsak er store prosjekter som benytter seg av VDC?
8. Kan små prosjekter nyttiggjøre seg av VDC?
9. Bør det settes noen minimumskrav (eksempelvis teknisk, prosedyrer, kunnskap og kunde) for at det skal fungere med VDC i prosjekter?
Bør det lages en spesiell guide /sjekklister for små prosjekter?
10. Mangler det kompetanse og opplæring i små prosjekter?
11. Er støtten rundt for dårlig i små prosjekter?
12. Må man ha kurs for å delta i prosjekter som bruker VDC?
13. Kan man lære prosjektmedarbeiderne VDC i prosjektet?

4.1.2 Informasjon om informantene

De tre første spørsmålene som omhandler informantene, er oppsummert i tabell 11.

Navn	Nåværende oppgave i Rambøll	Erfaring	Erfaring/opplæring i VDC-metodikken
Bjørn Endre Dyrseth	Oppdragsleder	30 års erfaring som rådgiver innen veg og bane-prosjekter.	VDC-sertifisert. Jobber med VDC i pågående prosjekt.
Christina Hegge	Prosjektleder	9 års erfaring som rådgiver innen veg og bane-prosjekter	Ikke VDC-sertifisering. Jobber med VDC i pågående prosjekter.
Marit Loland Tveit	Prosjektleder	18 års erfaring som rådgiver innen veg og bane-prosjekter	Ikke VDC-sertifisering. Har jobbet med BIM-utvikling i Rambøll. Jobber med VDC i pågående prosjekter.

Tabell 11 – Informasjon om informantene

4.1.3 Resultater fra intervjuene

I dette kapittelet presenteres hvert enkelt svar fra informantene på spørsmålene i intervjuguiden. Svarene er også kommentert og det er forsøkt å se etter konsensus blant informantene og andre interessante funn som gir kan brukes til videre diskusjon.

I den videre presentasjonen av resultatene er ikke svarene lengre knyttet til direkte til informantene, men koblet til informant 1, 2 og 3 i en annen rekkefølge for å gi en grad av anonymisering.

Spørsmål 4 handler om hva man ønsker å oppnå med VDC. Informant 1 og 2 har ganske like svar, hvor det er fokus på at VDC skal gi bedre kvalitet og mer effektiv prosjektering. Informant 3 legger vekt på at VDC gir involvering av medarbeidere og også muligheter for nytenkning og kreativitet.

Sammen oppsummerer svarene fra informantene mye av det som ofte knyttes til VDC.

Spørsmål 4: Hva ønsker man å oppnå med VDC-metoden?

Informant 1 Prosjektere riktig og beste løsning fra start. Unngå omprosjektering. Se kollisjoner underveis i prosjekteringen. Viktigst med tverrfaglig prosess og ikke bare kontroll.

Informant 2 Mer effektiv og mer nøyaktig prosjektering og bygging. Forhindre at vi må gjøre omprosjektering. Velge optimale løsninger.

Informant 3 Riktig prosjekt til rett tid og pris. Levere i henhold til kunde- og effektmål innenfor ramme. VDC kan gi mer fornøyde medarbeidere ved eierskap og involvering. VDC gir rom for nytenkning og kreativitet.

Tabell 12 – Informantenes svar på spørsmål 4: Hva ønsker man å oppnå med VDC-metoden?

Spørsmål 5 omhandler det som kjennetegner et VDC-prosjekt. Alle informantene er også innom utfordringer knyttet til VDC da kjennetegnene antageligvis også er omfattet av spørsmål 4 som omhandler det man vil oppnå med VDC-metodikken.

Utfordringene som beskrives av informant 1 er knyttet til at VDC og samtidig prosjektering opptar mange medarbeidere og krever mye tid. I tillegg beskriver informanten at prosjekter har en tendens til å trenge modning over tid. Ved bruk av VDC er hovedpoenget å få ned prosjekteringstiden og på den måten kan man miste denne modningsprosessen.

Informant 2 beskriver at VDC kjennetegnes ved at kvalitetssikringen skjer sammen med byggherre og entreprenør, noe som kan være en styrke hvis det oppdages feil i prosjekteringsarbeidet. Man ansvarliggjør også byggherren i de beslutningene som er tatt. Men informanten mener også at for å kalle et VDC-prosjekt fullverdig må man inkludere entreprenør. I mange prosjekter er dette ikke så enkelt siden man er i en veldig tidlig fase og er langt unna å involvere entreprenører. Dette er tilfellet i prosjekt E39 Bokn – Hope. Men informanten har et poeng i at VDC også involverer utførelsesdelen av prosjekter, noe som ofte kan glemmes.

Spørsmål 5: Hva kjennetegner et VDC-prosjekt?

Informant 1 Samtidig prosjektering involverer mange personer over tid. Man tar inn fag tidlig for å følge med på løsninger. Mye tid og penger går med på at mange fag skal følge prosjektet lenge og det kan bli en dyr prosess.

Det må velges fag til samhandlingsmøtet, men vanskelig å finne de riktige fagene.

Prosessene kan ta for lang tid. Prosjekter må modnes over tid, men dette kan være en utfordring når man gjør prosjekter raskere.

Informant 2 VDC kjennetegnes med modellbasert prosjektering og BIM-modeller (elementer har informasjon). VDC involverer entreprenør og byggherre.

VDC er en ny arbeidsform for entreprenørene. Det er derfor viktig å få involvert entreprenør. Kvalitetssikringen skjer sammen med byggherre og entreprenør og det er vanskeligere for partene å senere si at sluttresultatet var en dårlig løsning.

Viktig med visualisering, noe som fungerer bedre med 3D-modeller enn med tegninger.

Hvis man ikke har kontrahert en entreprenør blir det ikke et «skikkelig» VDC-prosjekt og man får ikke like gode effekter. Som et minimum bør byggherren være med. VDC er en integrert måte å jobbe på hvor samlokalisering er vesentlig.

Kan være lurt å se på hvordan man gjennomfører VDC i byggprosjekter for erfaringsutveksling.

Informant 3 VDC kjennetegnes ved samhandling. Det må inn riktige mennesker i ledergruppa. Eierskap til VDC-metodikken i prosjektet viktig. En teknisk prosjekteringsleder er nødvendig, samt prosjektleder og BIM-manager med kunnskap om VDC.

Tabell 13 – Informantenes svar på spørsmål 5: Hva kjennetegner et VDC-prosjekt?

Spørsmål 6 omhandler hvorfor vi har innført VDC. Informant 1 har fokusert på den generelle grunnen, slik som at prosjekter har blitt stadig mer komplekse og involverer mange fag/disipliner. Dette krever tverrfaglig koordinering.

Informant 2 beskriver at VDC er knyttet til tidsaspektet ved prosjekteringsarbeidet og at målet er å kunne prosjektere effektivt i en prosess som også inkluderer byggefasen.

Informant 2 og 3 legger begge vekt på at det er kunden som ønsker VDC og at dette er en driver for VDC-arbeidet.

Spørsmål 6: Hvorfor har vi innført VDC?

Informant 1 Det var ikke så mange fag/disipliner for 20 år siden. Mange fag som må samarbeide. Det er færre generalister i dag. Tverrfaglig koordinering er blitt vanskeligere og det vinger seg fram en endring i metode for prosjektering. Opptil 35 fag kan være involvert i de store prosjektene.

Møter forberedes godt og det skal ikke være overraskelser for hver enkelt medarbeider i møtet. Det er viktig med struktur på gjennomføring av møter.

Informant 2 I noen prosjekter er det kunden som driver dette fram.

Vi (Rambøll) tilbyr også VDC til kunden. Kunden må regne med å betale ekstra, men vi får mer nøyaktig prosjektering.

Fokus på visuell planlegging, noe som er en viktig del av VDC.

VDC er innført for å planlegge prosjektering og bygging, og det er kort tid mellom prosjektering og bygging.

Informant 3 VDC er drevet av kunde og konkurrenter

Tabell 14 – Informantenes svar på spørsmål 6: Hvorfor har vi innført VDC?

Spørsmål 7 omhandler hvorvidt det er i hovedsak store prosjekter som benytter seg av VDC. Alle informantene jobber hovedsakelig med store prosjekter og har antageligvis ikke førstehånds kunnskap om dette. Rambøll har svært mange små prosjekter i løpet av et år.

Informant 1 beskriver at det kan være en forskjell mellom størrelsen i bransjene bygg og transport. Det er da antatt at informanten mener prosjekter som bruker VDC innenfor bygg gjerne har mindre honorarbudsjetten enn i transportsektoren.

Informant 3 mener at innenfor transport så er det hovedsakelig store prosjekter som bruker VDC.

Spørsmål 7: Har du inntrykk av at det er i hovedsak er store prosjekter som benytter seg av VDC?

Informant 1 Det er kanskje forskjeller mellom bygg og transport i størrelse for prosjekter som benytter VDC

Informant 2 Ikke kjent med hvordan prosjektstørrelse påvirker bruk av VDC

Informant 3 Ja, det er i hvertfall slik innenfor transport.

Tabell 15 – Informantenes svar på spørsmål 7: Har du inntrykk av at det er i hovedsak er store prosjekter som benytter seg av VDC?

Spørsmål 8 spør om små prosjekter kan nyttiggjøre seg av VDC. Alle 3 informantene er inne på dette med skalering. Man må finne et nivå for VDC-metodikken som stemmer

med prosjektstørrelsen for at VDC skal bli nyttig i små prosjekter. Informant 2 nevner at det mangler BIM-ansvarlige og at det muligens kan bli for dyrt med VDC i små prosjekter.

Spørsmål 8: Kan små prosjekter nyttiggjøre seg av VDC?

Informant 1	Ja, skalert etter behovet i små prosjekter
Informant 2	Mange prinsipper kan brukes. Ikke samme måte å organisere på i små prosjekter. Mangler personell for BIM-manager og fagpersoner. Blir for dyrt med for mange mennesker i små prosjekter.
Informant 3	Overbevist om at det skal fungere bra i små prosjekter. Må skalere rammeverket til små prosjekter og VDC er ikke så komplisert som det høres ut om. Man må prøve å redusere stammespråket.

Tabell 16 – Informantenes svar på spørsmål 8: Kan små prosjekter nyttiggjøre seg av VDC?

Spørsmål 9 omhandler eventuelle minimumskrav til VDC i små prosjekter. Spørsmålet omfatter også om hvorvidt det bør lages en egen veiledning eller sjekklister knyttet til små prosjekter.

Informant 1 mener at hver prosjekt kan velge elementer av VDC som er hensiktsmessig i det aktuelle prosjektet. Informant 2 mener minimum er at alle fag jobber i 3D og samhandler. Det nevnes også planlegging og milepæler. Informant 3 mener at små prosjekter kan nyttiggjøre seg av VDC, men at det bør lages egne retningslinjer og sjekklister for små prosjekter.

Informantene ser ut til å være samstemte om at VDC må skaleres til størrelsen av prosjektet.

Spørsmål 9: Bør det settes noen minimumskrav (eksempelvis teknisk, prosedyrer, kunnskap og kunde) for at det skal fungere med VDC i prosjekter? Bør det lages en spesiell guide /sjekklister for små prosjekter?

Informant 1	Trenger ikke minimumskrav nødvendigvis. Man kan velge elementer av VDC i konkrete prosjekter.
Informant 2	Alle fag må jobbe i samme 3D-modell. Viktig med samhandlingsmodell. Det må utnevnes en BIM-koordinator.

Kan eventuelt legge til visuell planlegging med for eksempel bakoverplanlegging hvor alle fagene involvert. Bør involvere milepæler.

I store prosjekt har man planlegging hver 14. dag for å se på leveranser fram i tid. Man bruker Jira med aksjoner også i små prosjekter.

Informant 3 Ja, men det bør lages en egen guide og sjekklister for små prosjekter

Tabell 17 – Informantenes svar på spørsmål 9: Bør det settes noen minimumskrav (eksempelvis teknisk, prosedyrer, kunnskap og kunde) for at det skal fungere med VDC i prosjekter? Bør det lages en spesiell guide /sjekklister for små prosjekter?

Spørsmål 10 handler om kompetanse og opplæring knyttet til VDC i små prosjekter.

Informant 1 mener det mangler kompetanse og opplæring.

Informant 2 beskriver at ikke alle i prosjektet trenger sertifisering, men at prosjektleder bør ha dette og at fagansvarlige må kunne jobbe i 3D.

Informant 3 mener også kurs eller sertifisering ikke er nødvendig for alle, men at prosjektleder bør ha kurs. Informasjon i oppstarten av prosjektet kan være tilstrekkelig siden hver enkelt prosjektdeltaker ikke skal lede prosessen med VDC.

Spørsmål 10: Mangler det kompetanse og opplæring i små prosjekter?

Informant 1 Ja

Informant 2 Alle i prosjektet trenger ikke sertifisering, men prosjektleder trenger sertifisering.

Fagansvarlige må kunne bruke 3D-modeller.

Man må definere noen målsetninger for bruk av VDC, for eksempel miljø/økonomi/sikkert/kvalitet.

Informant 3 Det er viktig med en god oppstart. Ikke nødvendig med kurs for alle, men oppdragsleder bør ha opplæring.

Opplæring er ikke nødvendigvis påkrevd for alle prosjektdeltakerne og info i oppstarten kan være tilstrekkelig. Prosjektdeltakerne skal ikke lede og styre prosessene.

Tabell 18 – Informantenes svar på spørsmål 10: Mangler det kompetanse og opplæring i små prosjekter?

Spørsmål 11 omhandler støtten knyttet til VDC i små prosjekter. Informant 1 og 3 er inne på manglende informasjon om VDC i kvalitetssystemet til Rambøll. På denne måten kan man si at støtten er for dårlig. Informant 2 fokuserer på BIM-ansvarlig og at dette er en funksjon som bør fremheves.

Spørsmål 11: Er støtten rundt for dårlig i små prosjekter?

Informant 1	Det mangler informasjon i K3 (kvalitetssystemet) med gode eksempler og malverk
Informant 2	BIM-manager er en sentralisert funksjon som fungerer greit nok. BIM-manager brukes ikke så mye. BIM-manager er ofte involvert i mange prosjekter.
Informant 3	Det jobbes med nytt rammeverk for VDC-gjennomføring i Rambøll

Tabell 19 – Informantenes svar på spørsmål 11: Er støtten rundt for dårlig i små prosjekter?

Spørsmål 11 omhandler nødvendigheten av kurs i prosjekter som bruker VDC. Dette spørsmålet ligner mye på spørsmål 10 knyttet til opplæring og kompetanse. Informant 1 mener at prosjektet må informeres om prosjekteringsmetoden som benyttes. Informant 2 mener ledelsen må ha opplæring.

Spørsmål 12: Må man ha kurs for å delta i prosjekter som bruker VDC?

Informant 1	Det er viktig at man gir tydelig informasjon til prosjektmedarbeidere om VDC fra starten av.
-------------	--

Mange kjenner metoden fra før, men man bør ta det som tema på oppstartsmøte.

Informant 2	Nei, men man kan gjennomføre opplæring av for eksempel personen som har ansvar.
-------------	---

Må ha en oppdragsleder som kan VDC.

Informant 3	<i>Spørsmålet ble besvart i spørsmål 10</i>
-------------	---

Tabell 20 – Informantenes svar på spørsmål 12: Må man ha kurs for å delta i prosjekter som bruker VDC?

Spørsmål 13 omhandler opplæring av VDC i en prosjektsituasjon. Dette ble i stor grad dekket av spørsmål 10 og 12 hvor informantene mener at alle i prosjektet ikke nødvendigvis trenger kurs eller sertifisering i VDC, men at alle må introduseres til VDC som metode. Dette kan gjøres i prosjektene.

Spørsmål 13: Kan man lære prosjektmedarbeiderne VDC i prosjektet?

Se svarene for spørsmål 10 og 12 som også dekker dette spørsmålet

Tabell 21 – Informantenes svar på spørsmål 13: Kan man lære prosjektmedarbeiderne VDC i prosjektet?

Informantene svarte på spørsmålene i individuelle intervjuer, men det ser likevel ut til at de er nokså samstemt om mange av spørsmålene.

Noen av de mest interessante funnene er oppsummert i tabell 22.

Funn 1	VDC kan bidra til mer involvering av prosjektmedarbeidere i tverrfaglige prosesser
Funn 2	VDC kan påvirke prosjektets mulighet til å modnes over tid. Dette kan være en potensiell ulempe ved å benytte VDC.
Funn 3	VDC kan involvere byggherren/kunden i kvalitetssikringsarbeidet ved at avgjørelser tas i felleskap. Dette kan bidra til økt ansvarliggjøring av partene i et prosjekt.
Funn 4	Det er lett å glemme byggefasen i VDC-metodikken. Selv i prosjekter som er langt unna bygging bør byggefasen inngå som del av prosessen.
Funn 5	Er kunden viktigste pådriver for å bruke VDC-metodikken? Dette kan være uheldig siden det kan gi mindre eierskap til VDC-metodikken og prosessen.
Funn 6	Små prosjekter kan nyttiggjøre seg av VDC, men metodikken må skaleres til det enkelte prosjekt.
Funn 7	Alle prosjektdeltakere trenger ikke kurs eller sertifisering i VDC, men ledelsen må ha dette og kunne informere prosjektdeltakerne om metodikken.
Funn 8	Små prosjekter trenger bedre støtte, spesielt i form av oppdatert rutiner i kvalitetssikringssystemet.

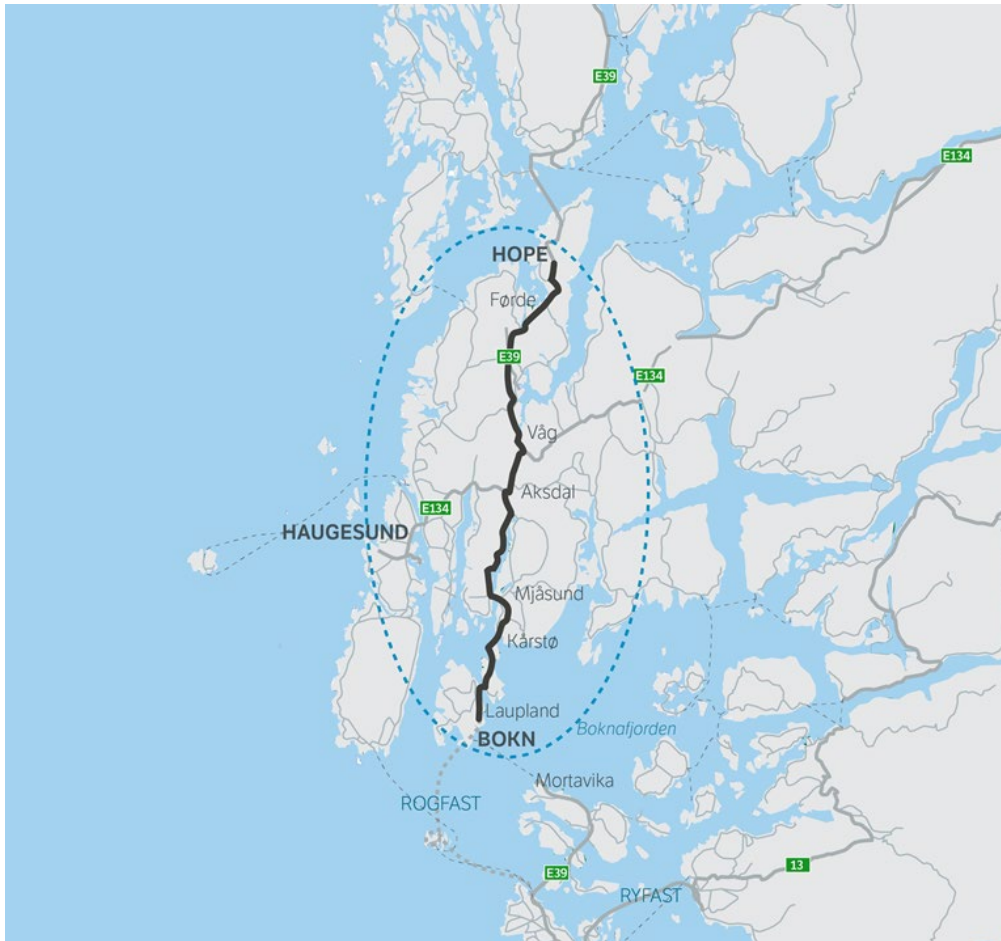
Tabell 22 – En oversikt over viktige funn fra intervjuene med prosjektlederne

4.2 Spørreundersøkelsen i prosjekt E39 Bokn - Hope

I dette kapittelet presenteres resultatene fra spørreundersøkelsen i case-studiet E39 Bokn – Hope.

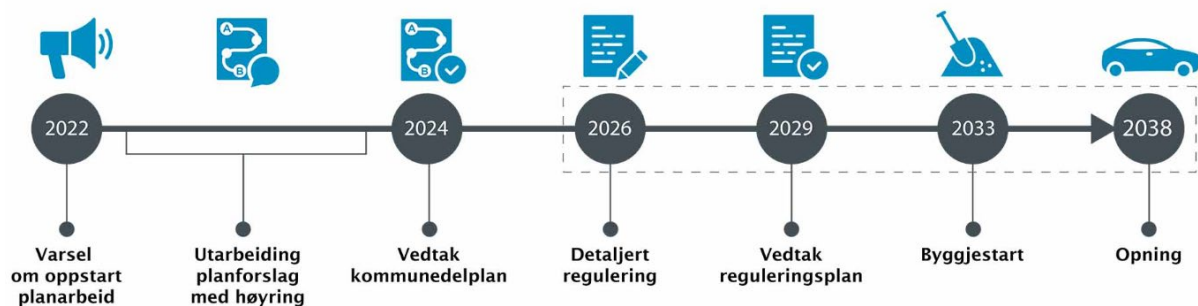
4.2.1 Case-studie E39 Bokn-Hope

Høsten 2021 fikk Rambøll tildelt prosjektet E39 Bokn-Hope av Statens Vegvesen og jobben med å utarbeide kommunedelplan (KU) med konsekvensutredning (KVU) for ca. 57 km motorveg. Prosjektet går gjennom kommunene Bokn, Tysvær og Sveio og skal forbedre fremkommeligheten på E39, samt er en del av fergefri E39 Stavanger – Bergen. Målet er at Stavanger og Bergen skal tidsmessig være mer knyttet sammen.



Figur 22 - Bilde hentet fra Vegvesen.no (Statens Vegvesen, 2022)

Per våren 2022 er prosjektet i startfasen hvor ulike vegtraseer utredes og videre siles ut basert på en rekke kriterier. Det utarbeidet et planprogram som videre skal ut på offentlig høring. Konsekvensutredningen skal avdekke hvilke konsekvenser prosjektet har for miljø og samfunn og inngår som et grunnlag for kommunedelplanen som legger føring for videre planleggingsfaser (Statens Vegvesen, 2022). I figur 23 sees en foreløpig fremdriftsplan for prosjektet fram til åpning.



Figur 23 – Fremdriftsplan for prosjekt E39 Bokn – Hope (Statens Vegvesen, 2022)

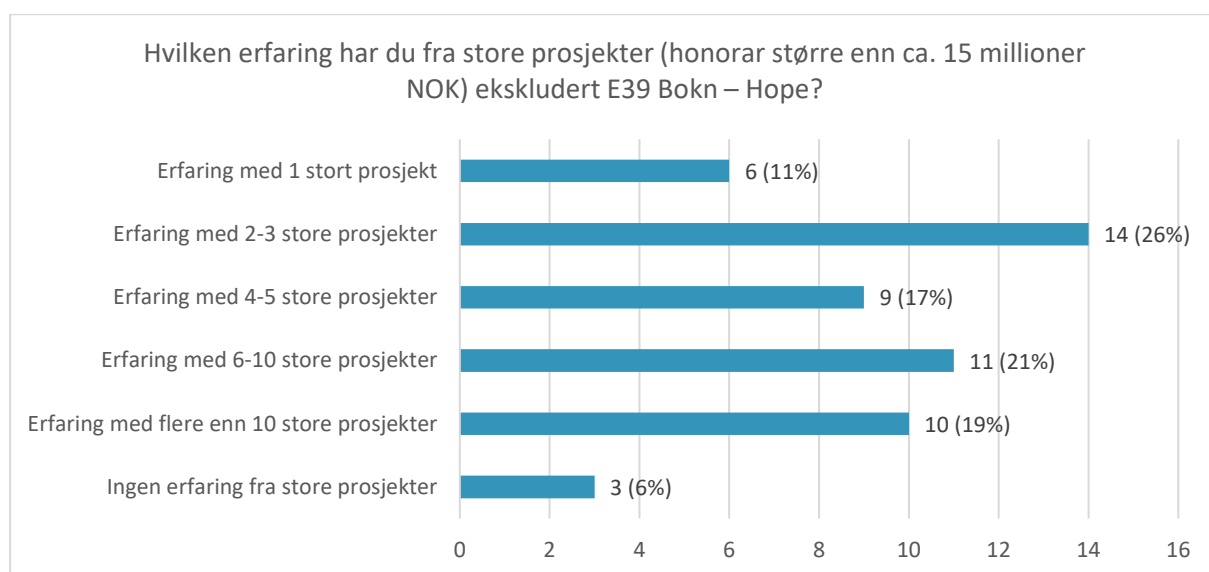
I Rambøll er det svært mange fag og medarbeidere involvert i prosjektet. Rundt 130 medarbeidere fra Rambøll er bemannet i prosjektet per våren 2022 og nesten 40

fagdisipliner er representert blant medarbeiderne. Prosjektet egner seg derfor godt som et case-studie og et referanseprosjekt.

4.2.2 Opplæring og erfaring med VDC (Virtual Design and Construction)

Spørreundersøkelsen startet med spørsmål rundt opplæring og erfaring med VDC.

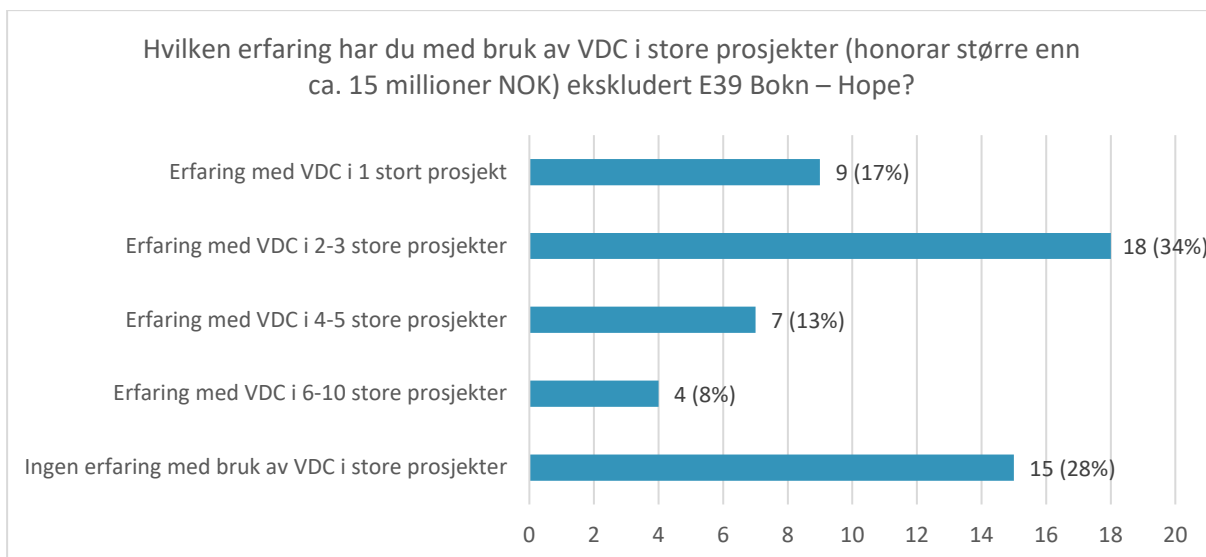
Det er interessant å avdekke hvilke erfaringer respondentene har med prosjekter på generelt grunnlag, uavhengig av prosjekteringsmetode. Siden respondentene jobber i prosjekt E39 Bokn – Hope er det grunn til å tro at mange har erfaringer med store prosjekter da slike prosjekter ofte bemannes av erfarne medarbeidere. 50 respondenter (94%) svarte at de har erfaring med store prosjekter (se figur 24).



Figur 24 Spørreundersøkelsen: Erfaring med store prosjekter (ekskludert E39 Bokn - Hope)

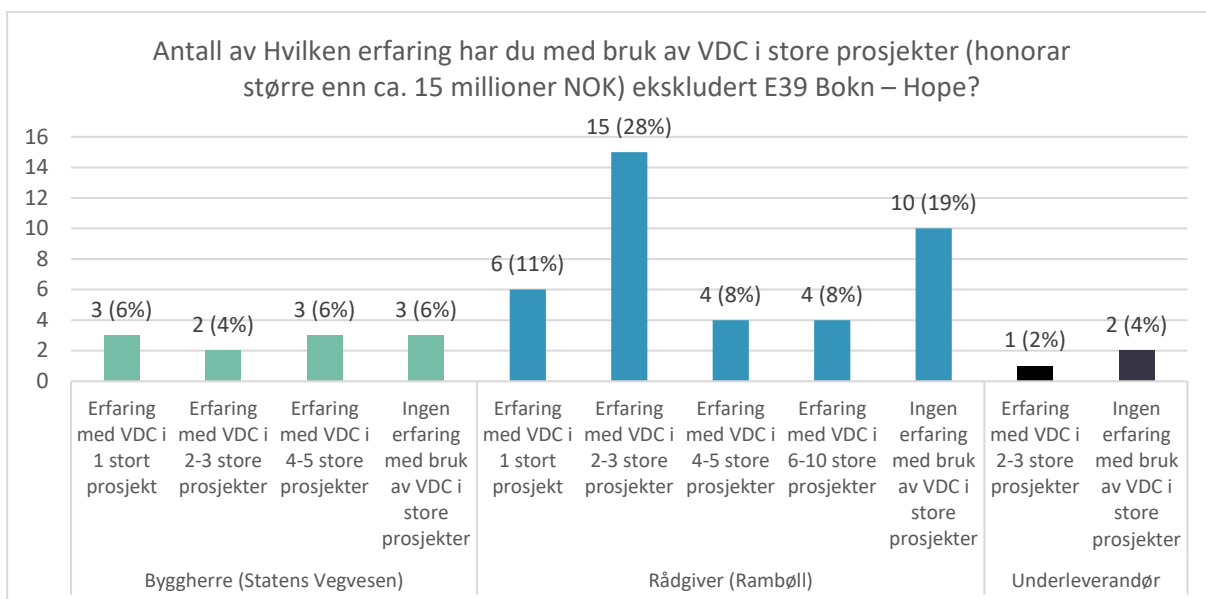
På spørsmål om erfaring med bruk av VDC i store prosjekter (prosjekter med honorarer ca. større enn 15 millioner NOK) svarer til sammen 38 (72%) respondenter at de har erfaring med ett eller flere store prosjekter (se figur 25). De resterende 15 (28%) av respondentene har ikke erfaring med bruk av VDC i store prosjekter.

Antall som erfaring med VDC er forholdsvis høyt. De fleste svarer i tillegg at de har erfaring med flere enn ett prosjekt, slik at risikoen for at respondentene ikke oppfattet at spørsmålet ekskluderte prosjekt E39 Bokn – Hope blir mindre.



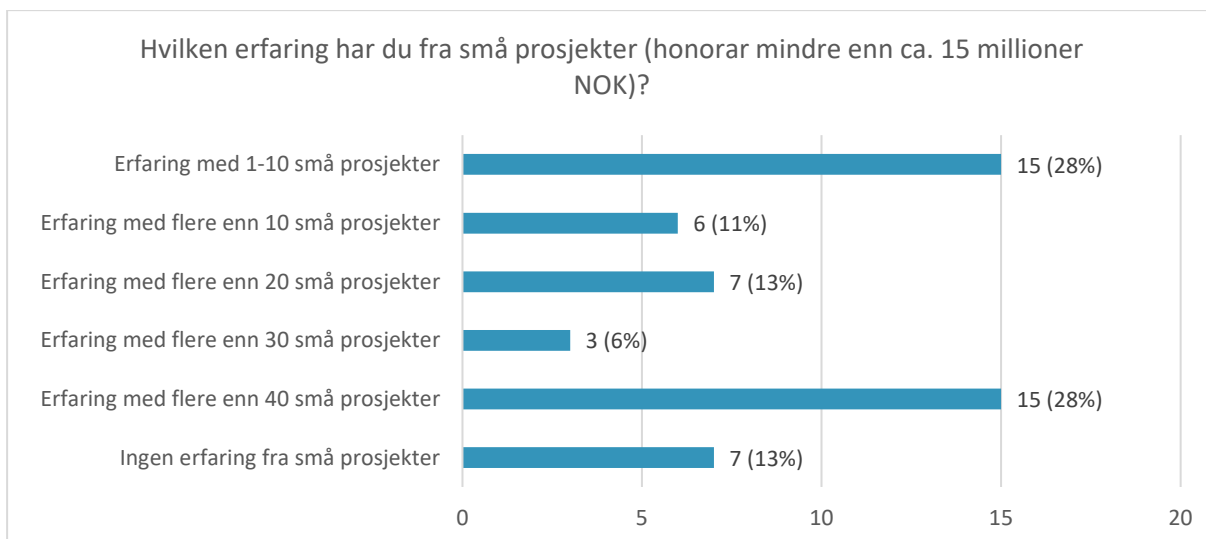
Figur 25 Spørreundersøkelsen: Erfaring med VDC i store prosjekter (ekskludert E39 Bokn - Hope)

Det er også interessant å se hvordan erfaring med VDC fordeler seg på organisasjonstilhørighet. Av figur 26 kan man se at relativt til antall respondenter per organisasjon så fordeler erfaringene seg jevnt. For underleverandørene svarer kun en respondent at de har erfaring med VDC i store prosjekter.



Figur 26 Spørreundersøkelsen: Erfaring med VDC i store prosjekter fordelt på organisasjonstilhørighet (ekskludert E39 Bokn - Hope)

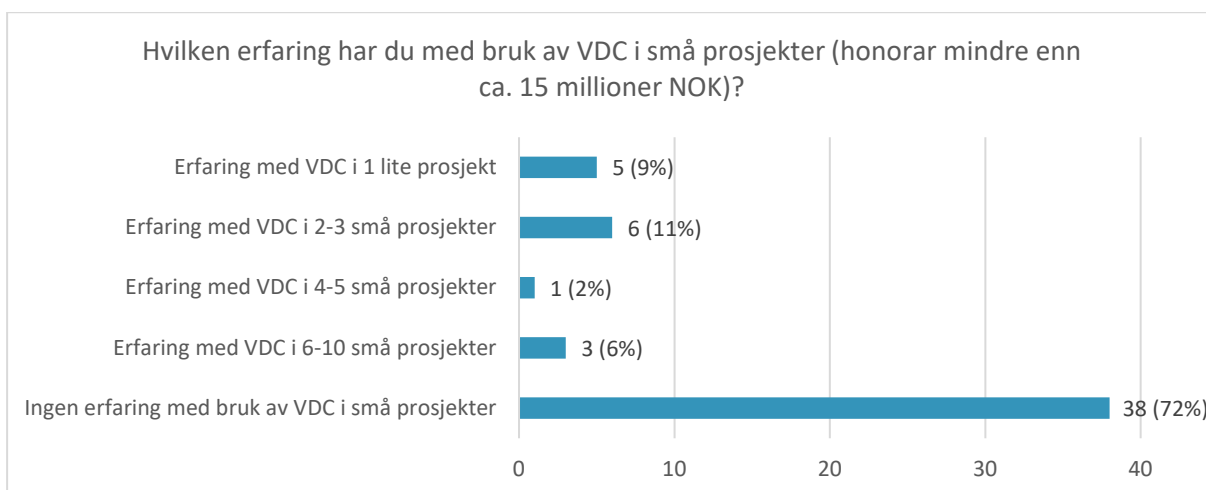
De samme spørsmålene ble stilt om erfaring med små prosjekter (se figur 27). Hele 13% hadde ikke erfaring med prosjekter under 15 millioner kroner i honorarer. Dette er overraskende, og man skulle nesten tro at alle hadde erfaring med små prosjekter. Det kan tenkes at enkelt utelukkende har vært involvert i tidkrevende store prosjekter og dermed ikke har erfaring fra små prosjekter.



Figur 27 Spørreundersøkelsen: Erfaring med små prosjekter

På spørsmål om erfaring med bruk av VDC i små prosjekter (prosjekter med honorarer ca. mindre enn 15 millioner NOK) svarer til sammen 15 respondenter (28%) at de har erfaring med ett eller flere små prosjekter og bruk av VDC (se figur 28). De resterende 38 (72%) respondentene har ikke erfaring med bruk av VDC i små prosjekter.

Disse tallene er som forventet. Fra før er det antatt at det primært er de store prosjektene som benytter VDC og dette underbygges av dette funnet.



Figur 28 Spørreundersøkelsen: Erfaring med VDC i små prosjekter

Respondentene ble spurt om de har kurs eller sertifisering i VDC-metodikken. Her svarer 45 (85%) respondenter at de hverken har kurs eller sertifisering (se tabell 23).

I prosjekt E39 Bokn – Hope jobber det personer fra Rambøll dedikert til å ivareta prosessen med VDC og BIM. Hvis man antar at disse har svart på spørreundersøkelsen er det ikke usannsynlig at det også er de som er sertifiserte i VDC og at det er samlet sett

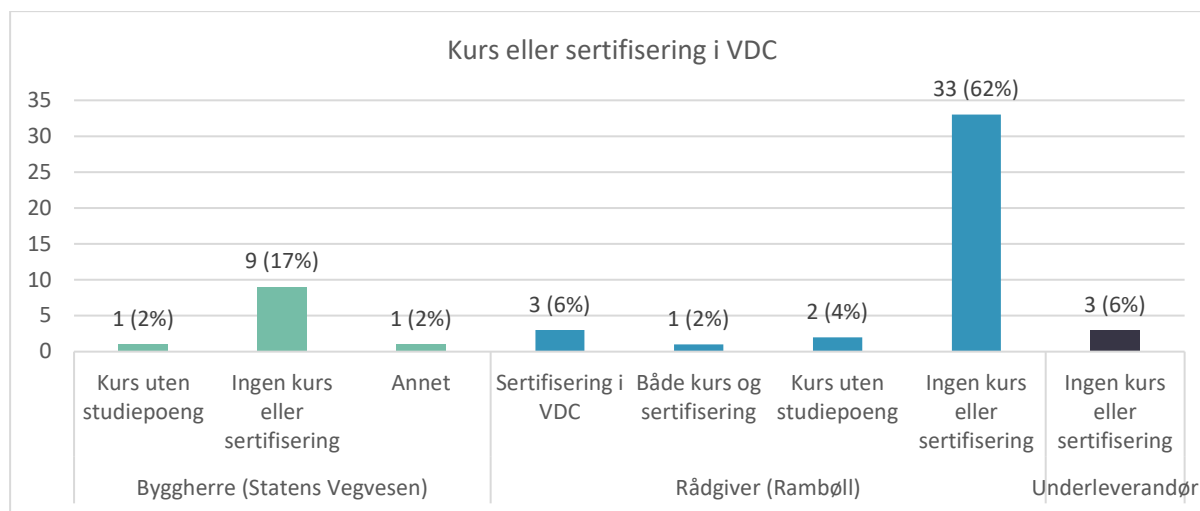
er svært få prosjektdeltakere som har opplæring i VDC-metodikken. I figur 29 kan man i tillegg se fordelingen av kurs eller sertifisering fordelt på organisasjon.

I fritekstfeltet svarte tre respondenter at de har fått opplæring i VDC-metodikken gjennom å delta i prosjekter med VDC og erfaring. En annen respondent skriver at som medarbeider har man fått lite informasjon om VDC-metodikken og at det ønskes at metoden ble tatt opp mer som tema. Ytterligere en respondent svarte at det var vanskelig å finne opplæringsmateriell knyttet til metodikken.

Har du kurs eller sertifisering i VDC?

	Antall	Prosent
Ingen kurs eller sertifisering	45	85 %
Kurs uten studiepoeng	3	6 %
Kurs/fag med studiepoeng	0	0 %
Sertifisering i VDC	3	6 %
Både kurs og sertifisering	1	2 %
Annet	1	2 %

Tabell 23 - Spørreundersøkelsen: Kurs eller sertifisering i VDC



Figur 29 - Spørreundersøkelsen: Kurs eller sertifisering fordelt på organisasjon

Respondentene ble spurt om hvilke verktøy og metoder relatert til VDC-metodikken de kjente til ut fra en liste med avkryssninger. Listen med resultater er gjengitt i tabell 24. Dette spørsmålet hadde ikke alternativet «vet ikke» da det både var mulig å ikke velge noen av alternativene og flere av alternativene også brukes utenom VDC-metodikken.

Ikke overraskende svarte alle at de kjente til den digitale møteplattformen Teams som benyttes i prosjekt E39 Bokn – Hope. Svært mange (77% av alle respondenter) oppgav at de har erfaring med oppgavehåndtering, hvor eksempelet var programmet «Jira». Like mange hadde erfaring med BIM-modell.

Svært få (23%) har erfaring med prosjektmålinger (alternativt begrepet «metrics» som også benyttes i Norge). Dette kan ha sammenheng med at mange ikke kjenner til hva som ligger bak begrepet. For eksempel benyttes ofte evaluering av møter og møtedeltagelse som en prosjektmåling i VDC-metodikken (Belsvik Reinholdt, Lædre, & Hjeltseth, 2019). Disse målingene benyttes også i prosjekt E39 Bokn – Hope i ICE-møter, slik at flere burde vært kjent med dette enn det som kommer frem av resultatene i spørreundersøkelsen.

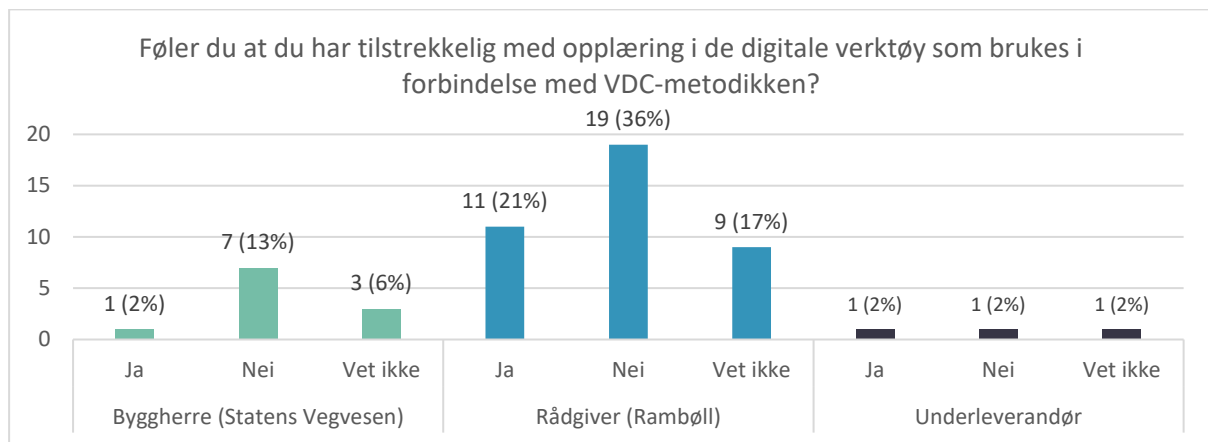
Hvilke av disse verktøyene/metodene relatert til VDC har du erfaring med? (inkludert i prosjekt E39 Bokn - Hope) *

	Antall	Prosent
Teams (digitale møter)	53	100 %
Oppgavehåndtering/styring (for eksempel «JIRA»)	41	77 %
BIM-modell (bygninginformasjonsmodell/3D-modell)	41	77 %
ICE-møter (samtidig prosjektering)	38	72 %
Lappeplanlegging (fysisk og digitalt)	33	62 %
Smart board / smarttavler (for eksempel «MIRO», fysisk og digitalt)	30	57 %
Involverende planlegging	30	57 %
Big room / interaktive rom	23	43 %
Prosjektmålinger / «metrics»	12	23 %
Lean construction	10	19 %
Virtual Reality verktøy (slik som VR-briller)	7	13 %
4D-modell (tid) eller 5D-modell (kostnad)	4	8 %

Tabell 24 - Spørreundersøkelsen: Erfaring med verktøy/metoder knyttet til VDC

Figur 30 viser respondentenes opplevelse av opplæring i digitale verktøy knyttet til VDC. 27 av respondentene (68% ekskludert de som svarte «vet ikke») mener de ikke har tilstrekkelig med opplæring. Det er i spørsmålet ikke spesifisert hvilke verktøy det er

snakk om slik at svarene må vurderes opp mot hva hver enkelt respondent vet om digitale verktøy knyttet til VDC. Svarene på dette spørsmålet er nok også påvirket av avkryssningsspørsmålene om hvilke verktøy og metoder respondentene kjenner til.

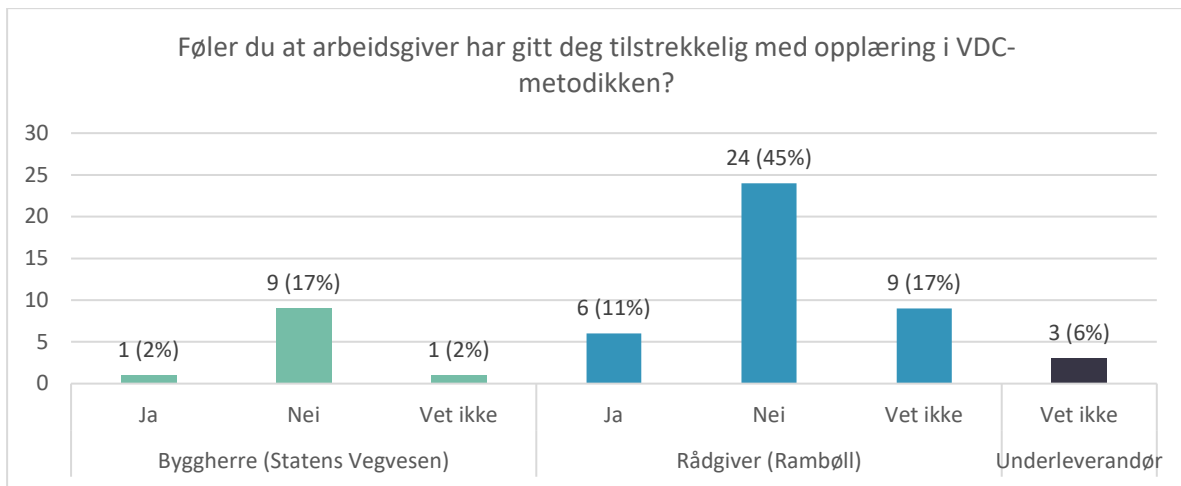


Figur 30 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av opplæring i digitale verktøy

På spørsmål om opplæring i VDC-metodikken svarte 33 (60%) respondenter at de ikke føler at arbeidsgiver har gitt tilstrekkelig med opplæring i VDC-metodikken (se figur 31). 13 (25%) av respondentene svarte «vet ikke» og det er grunn til å tro at disse ikke har hverken opplæring eller kjennskap til VDC-metodikken. Spørsmålet er knyttet opp til hvilken opplæring *arbeidsgiver* har gitt og om det er tilstrekkelig, men man må kunne anta at svarene forteller noe om generelt opplevd nivå at kunnskap om metodikken.

Det kan se ut til at flere hos Rambøll har fått opplæring i VDC-metodikken enn hos Statens Vegvesen, noe som kan forklares ved at det er Rambøll som holder i gjennomføringen av VDC-metodikken.

I fritekstfeltet skriver én respondent at det er lite informasjon om VDC-metodikken som egner seg til egenopplæring. En annen skriver at VDC-metodikken i liten grad er forklart ovenfor prosjektdeltakerne i motsetning til den tradisjonelle metoden.

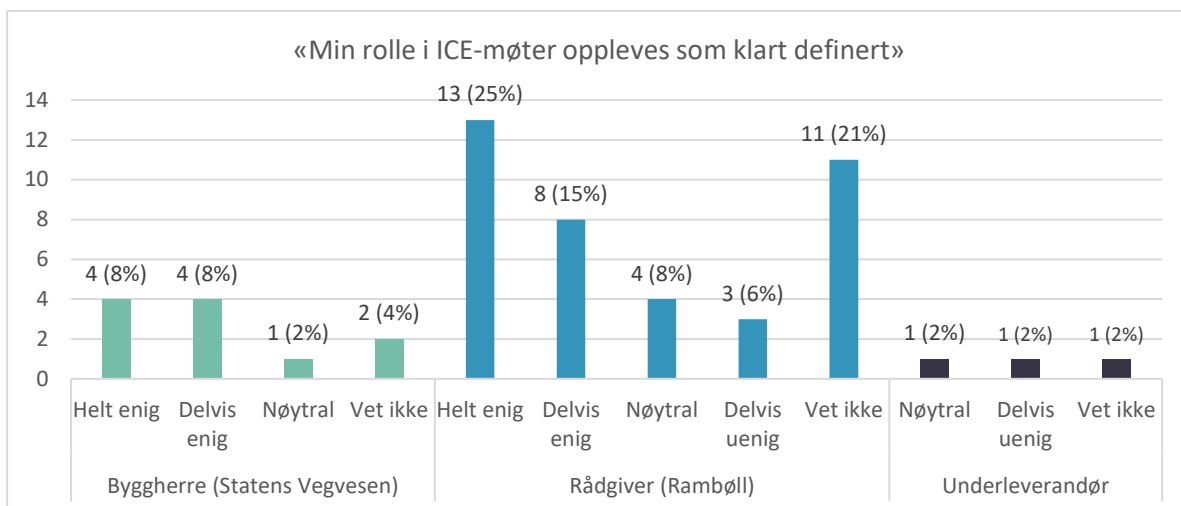


Figur 31 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av opplæring gitt av arbeidsgiver

4.2.3 Din opplevelse av VDC i prosjekter

Neste del av spørreundersøkelsen var opplevelsen av VDC i prosjekter.

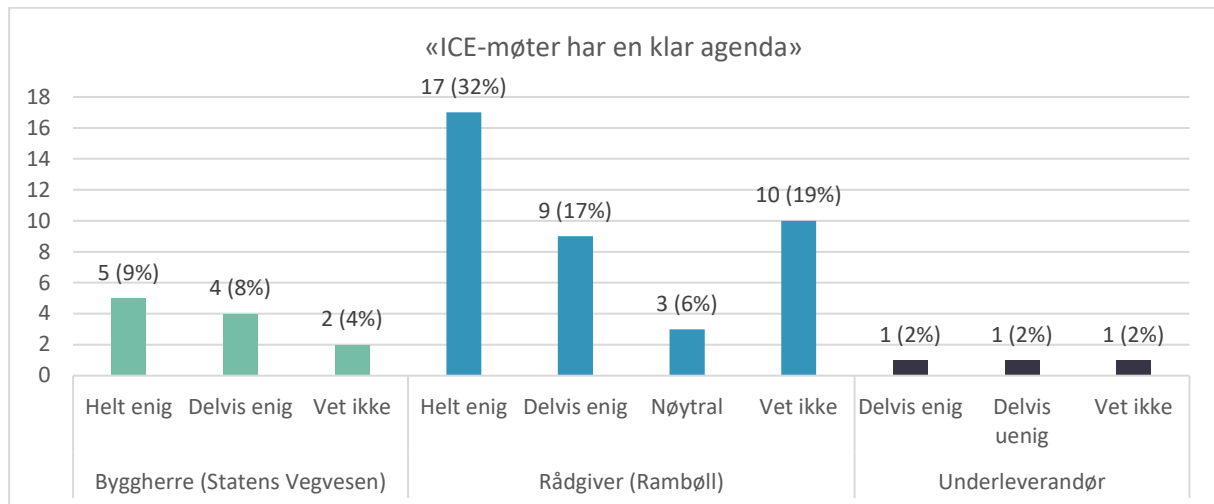
29 av respondentene (74% ekskludert de som svarte «vet ikke») er enten helt enig eller delvis enig i at deres rolle i ICE-møtene er klart definert (se figur 32). Svarene fordeler seg ganske jevnt for de ulike organisasjonene. Ingen hos byggherren er uenig i påstanden, men vi finner 3 respondenter hos rådgiver og 1 respondent hos underleverandør som er delvis uenig i påstanden.



Figur 32 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av rolle i ICE-møter

36 av respondentene (90% ekskludert de som svarte «vet ikke») er enten helt enig eller delvis enig i at ICE-møtene har en klar agenda (se figur 33). Ut fra svarene til respondentene ser det ut til at ICE-møter generelt har en klar agenda, men at noen faller utenfor i slike møter og opplever rollen sin som uklar. Dette spørsmålet er viktig fordi tydelige roller i ICE-møter er et suksesskriterie for god gjennomføring. I målinger av ICE-

møter kan dette være noe som tas opp konkret hvor man følger opp hva det er som gjør at rollene ikke er helt avklarte.

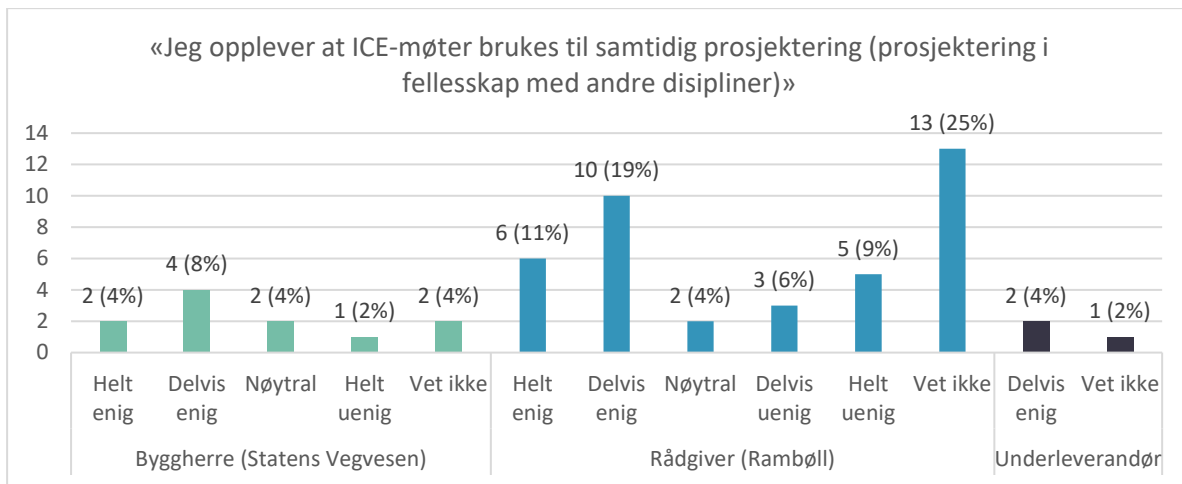


Figur 33 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av agenda i ICE-møter

I VDC-metodikken er det mange begreper som går inn i hverandre. I VDC-metodikken som Stanford har utviklet er ICE et verktøy i prosjekteringsmetoden. I Norge er ICE-verktøyet også utviklet som en egen prosjekteringsmetode, blant annet som samtidig prosjektering (Metier OEC, u.d.). Uavhengig av om man benytter hele VDC-rammeverket eller jobber med ICE eller samtidig prosjektering er integrert arbeid på tvers av disipliner helt sentralt i VDC. Derfor er det interessant å vite hvordan prosjektdeltakerne opplever nivået av integrert prosjektering på tvers av disiplinene.

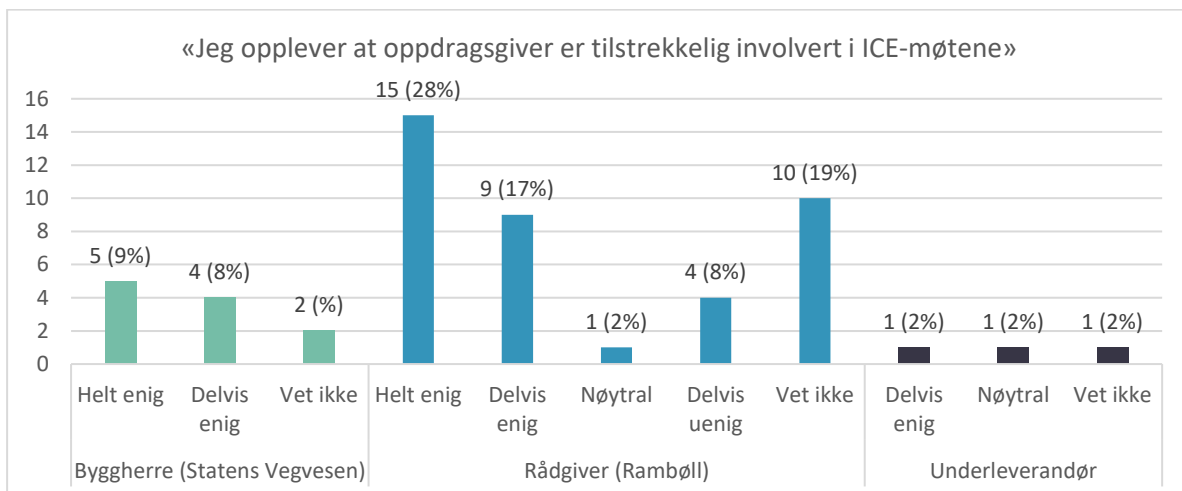
I en påstand i spørreskjemaet er det spurt om hvorvidt ICE-møter brukes til samtidig prosjektering (se figur 34). Fordelingen mellom svaralternativene er ganske likt mellom organisasjonene. 24 respondenter (65% ekskludert de som svarte «vet ikke») svarte de var helt enig eller delvis enig i påstanden. 13 respondenter (35% ekskludert de som svarte «vet ikke») svarte nøytral, delvis uenig eller helt uenig. 16 respondenter svarte vet ikke, noe som tyder på at flere enn de som konsekvent (antatt ca. 13 respondenter) svarer vet ikke på spørsmål om VDC er usikre.

En årsak til at flere heller mer mot at de ikke opplever en grad av integrert prosjektering kan være at man ikke har startet med dette i prosjekt E39 Bokn – Hope (hvis man tar utgangspunkt i at mange svarer med bakgrunn i dette prosjektet). En annen årsak kan være at enkelte disipliner eller roller ikke er blitt tatt med i integrert prosjektering.



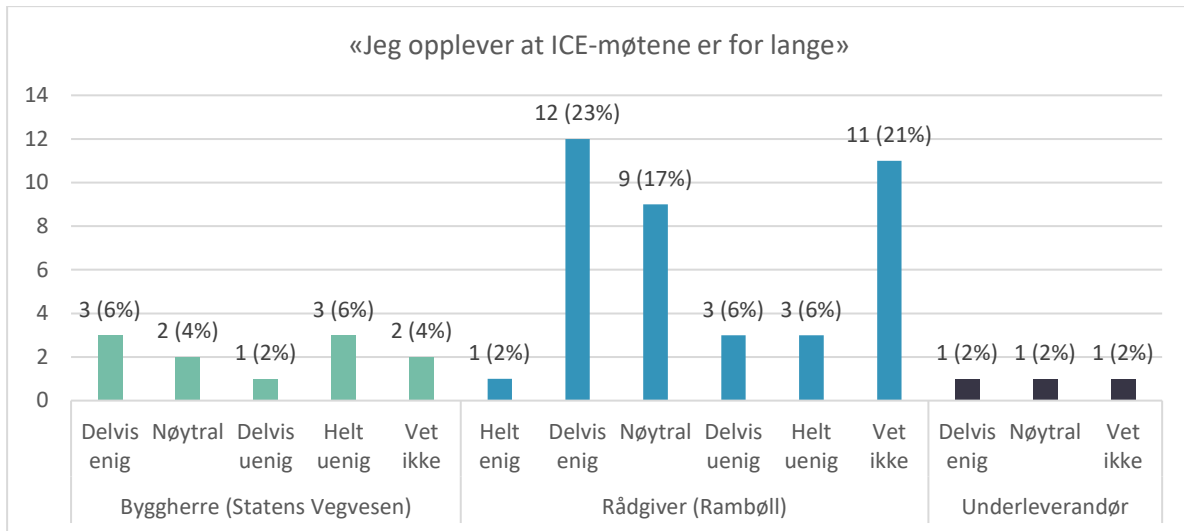
Figur 34 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av ICE-møter og samtidig prosjektering

På spørsmål om oppdragsgiver er tilstrekkelig involvert i ICE-møter svarte 34 at de er enten helt enig eller delvis enig (85% ekskludert de som svarte «vet ikke») (se figur 35). For Statens Vegvesen svarer ca. halvparten at de er helt enig og den andre halvparten delvis enig. Hos Rambøll er det tydelig at de fleste er helt enig i påstanden.



Figur 35 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av oppdragsgivers deltakelse i ICE-møter

ICE-møter kan bli lange og krever mye av deltakerne. På spørsmål om ICE-møtene er for lange svarte 17 at de enten er helt enig eller delvis enig i dette (44% ekskludert de som svarte «vet ikke») (se figur 36). Når nær halvparten svarer dette kan det tyde på at ICE-møtene blir for lange og slitsomme for deltakerne.

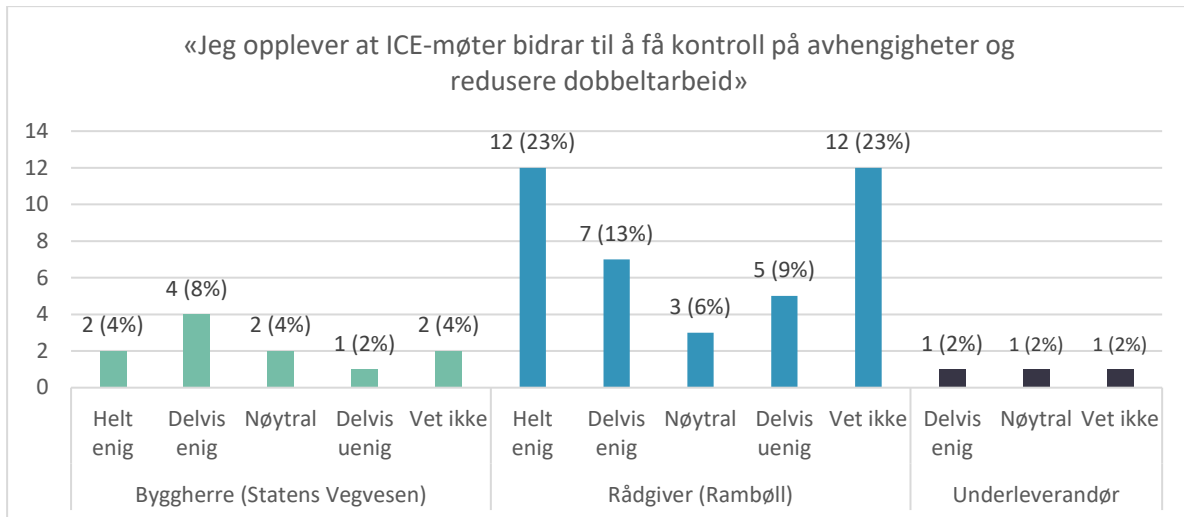


Figur 36 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av lengde på ICE-møter

26 av respondentene (68% ekskludert de som svarte «vet ikke») er enten helt enig eller delvis enig i at ICE-møter bidrar til å få kontroll på avhengigheter og redusere dobbeltarbeid (se figur 37). Spørsmålet inneholder to påstander, noe som kan ha gjort det vanskelig for respondentene å svare på spørsmålet. 12 av respondentene (32% ekskludert de som svarte «vet ikke») svarer at de enten er nøytral eller delvis uenig i påstanden.

De kan se ut til at flere hos Rambøll er i enige i påstanden enn hos Statens Vegvesen, men tallene er små slik at det er vanskelig å dra konklusjoner.

I feltet for fritekst-svar svarte en respondent at det ikke var ICE-møtene som gjorde at man fikk bedre kontroll på avhengigheter, men at det var planleggingsmøtene. En annen respondent svarte at erfaringene med VDC var dårlige da ICE-møtene ofte ble om til vanlige prosjekteringsmøter og ikke fulgte agenda og plan slik som man skal.



Figur 37 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av ICE-møter og kontroll på avhengigheter og dobbeltarbeid

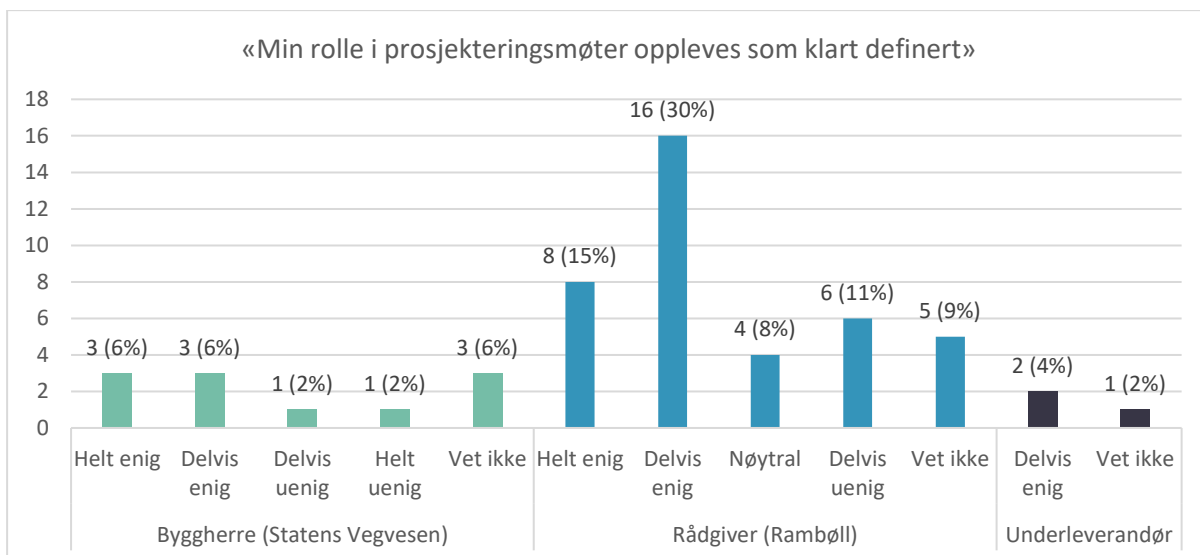
Øvrige kommentarer i feltet for fritekst-svar viste at to av respondentene hadde erfaringer med flere store prosjekter, men at erfaringene fra disse var svært forskjellige. I ett av prosjektene hadde VDC fungert bra og i det andre hadde det fungert mot sin hensikt.

4.2.4 Erfaring fra prosjekter med tradisjonell prosjekteringsmetode

For å kunne danne et sammenligningsgrunnlag ble deltakerne spurt om sine opplevelser med den tradisjonelle prosjekteringsmetoden (se figur 38).

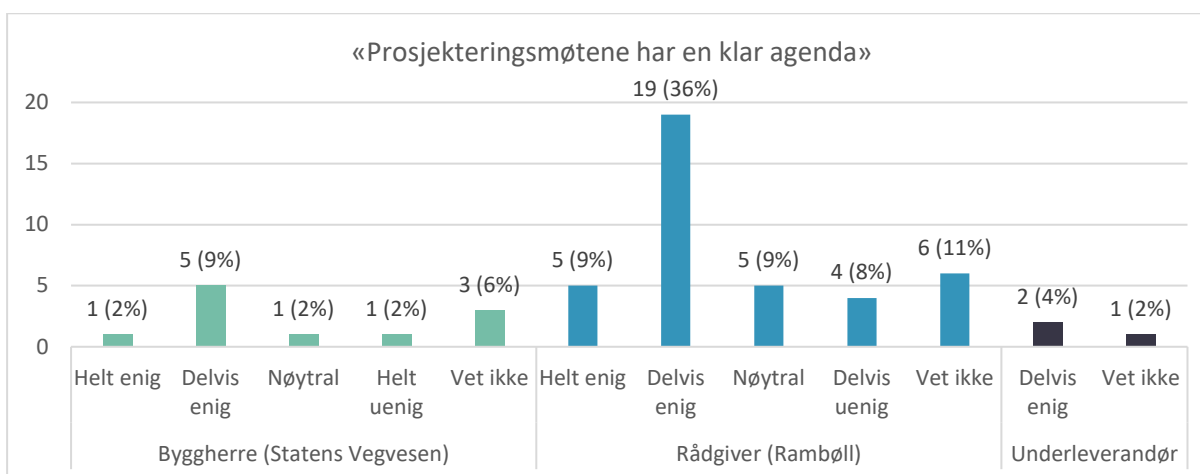
32 av respondentene (73% ekskludert de som svarte «vet ikke») er enten helt enig eller delvis enig i at deres rolle i prosjekteringsmøter i tilknytning til den tradisjonelle prosjekteringsmetoden er klart definert.

Sammenlignet med samme spørsmål knyttet til VDC-metodikken er svarene forskjøvet mer mot midten av skalaen og flest svarer at de er delvis enig. Det er også mulig å se en liten forskjell mellom Statens Vegvesen og Rambøll hvor en større andel i Rambøll er nøytrale eller delvis uenige.



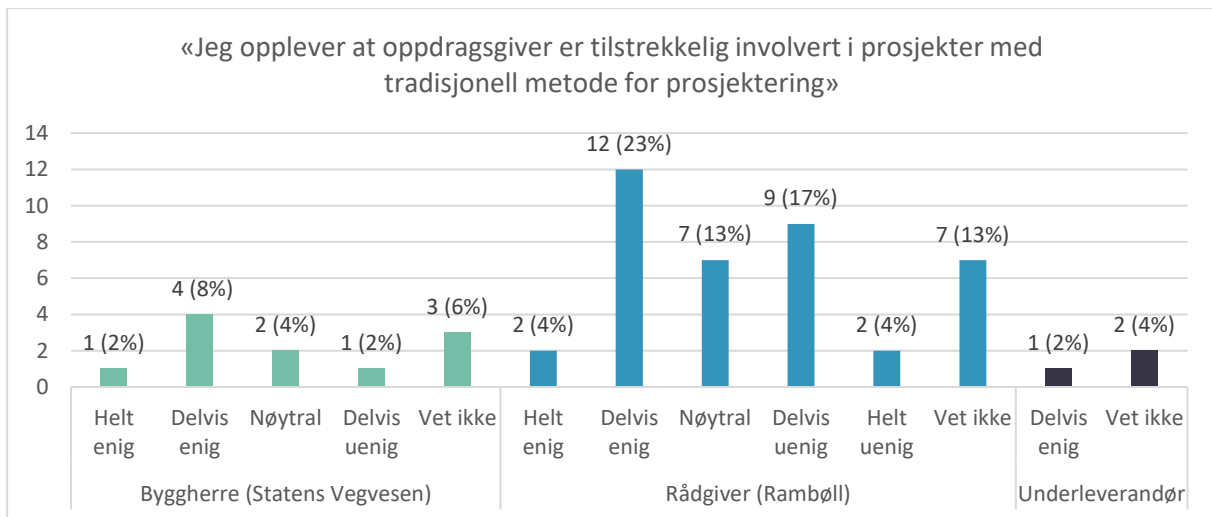
Figur 38 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av rolle i prosjekteringsmøter

32 av respondentene (74% ekskludert de som svarte «vet ikke») er enten helt enig eller delvis enig i prosjekteringsmøter har en klar agenda (se figur 39). Dette er litt lavere sammenlignet med samme spørsmål for VDC (36 respondenter svarte helt enig eller delvis enig) og svarene er også forskjøvet mer mot delvis enig enn for ICE-møter. Hvis man ser på rollene i prosjektet fordeler svaralternativene seg ganske likt.



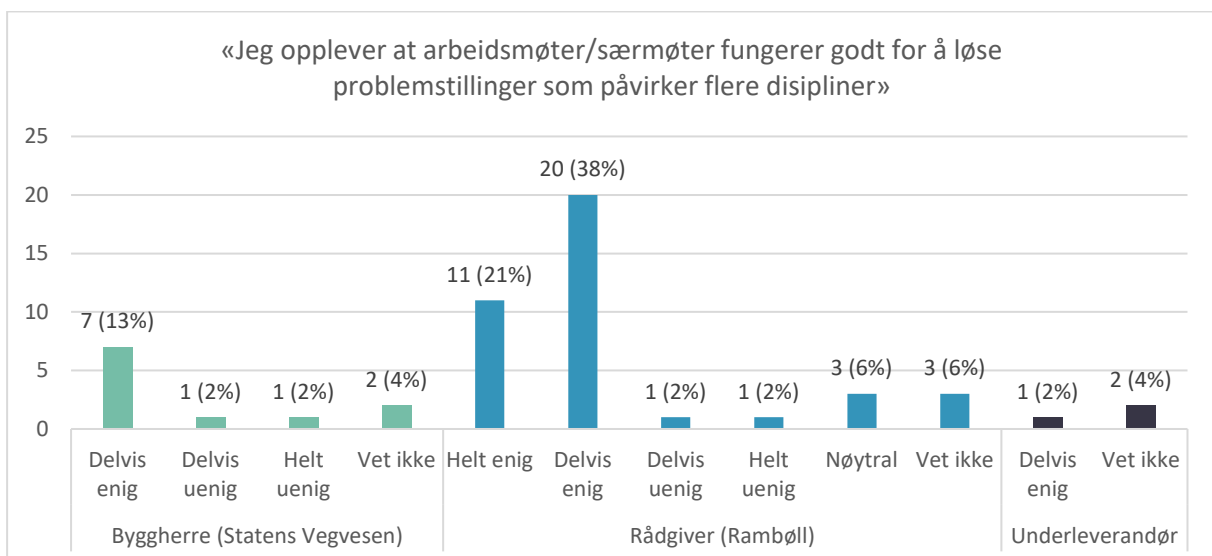
Figur 39 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av agenda i prosjekteringsmøter

På spørsmål om oppdragsgiver er tilstrekkelig involvert i prosjekteringsmøter svarte 20 at de er enten helt enig eller delvis enig (49% ekskludert de som svarte «vet ikke») (se figur 40). Det kan se ut til at flere hos rådgiver mener at oppdragsgiver er for lite involvert i prosjekteringsmøtene. Sammenlignet med samme spørsmål for VDC-metodikken svarte 34 at de er enten helt enig eller delvis enig (85% ekskludert de som svarte «vet ikke»). Det kan se ut til at ICE-møter fører til større involvering fra oppdragsgivers side.



Figur 40 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av oppdragsgivers involvering i prosjekter med tradisjonell prosjekteringsmetode

Deltakerne ble spurt om problemstillinger blir løst på tvers av disiplinene/fagene i arbeidsmøter/særmøter (se figur 41). 39 av respondentene (85% ekskludert de som svarte «vet ikke») er enten helt enig eller delvis enig i dette. Majoriteten er delvis enig (27 respondenter mot 12 som svarte helt enig), noe som kan tyde på at slike møter har noen svakheter.



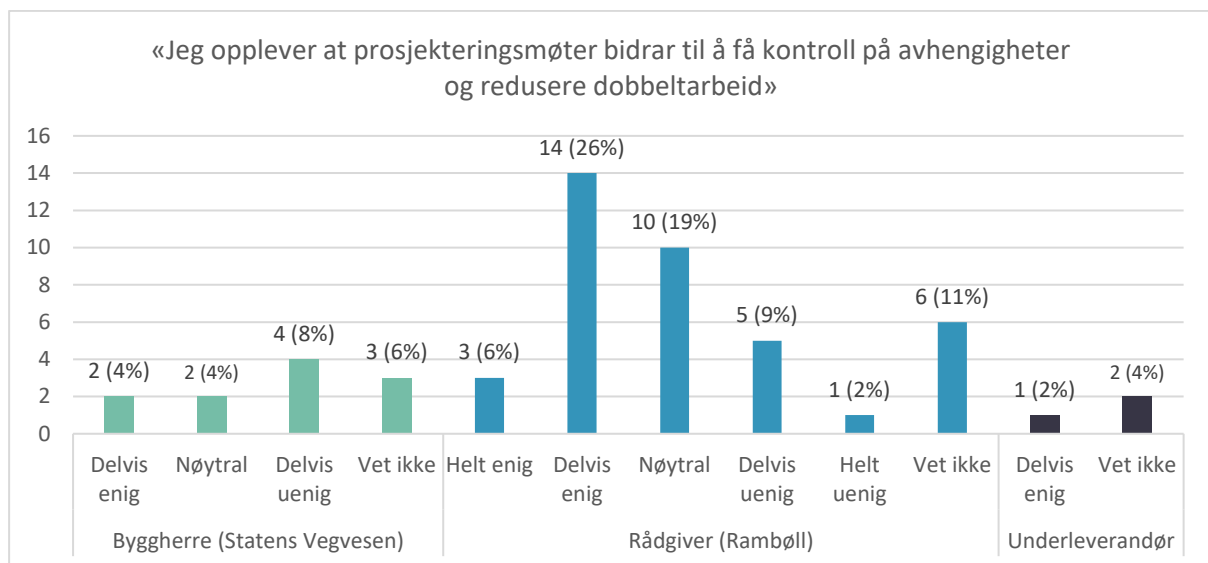
Figur 41 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av arbeidsmøter/særmøter

20 av respondentene (48% ekskludert de som svarte «vet ikke») er enten helt enig eller delvis enig i at prosjekteringsmøter i tilknytning til den tradisjonelle prosjekteringsmetoden bidrar til å få kontroll på avhengigheter og redusere dobbeltarbeid (se figur 42).

Sammenlignet med samme spørsmål knyttet til VDC-metodikken er svarene forskjøvet mer mot midten av skalaen og de fleste (17 respondenter) svarer at de er delvis enig. 22

respondenter (52% ekskludert de som svarte «vet ikke») er enten nøytrale, delvis uenig eller helt uenig.

Det kan være faktorer som kan påvirke svarene i forbindelse med prosjekteringsmøter og den tradisjonelle prosjekteringsmetodikken. Respondentene kan ha ulike oppfatning av hva hensikten med prosjekteringsmøtene er. I spørsmålet er det antatt at prosjekteringsmøter har til hensikt å få kontroll på avhengigheter, men prosjekteringsmøter kan ta ulike former og ha ulike mål enn det ICE-møter har og dette kan ha påvirket svarene.

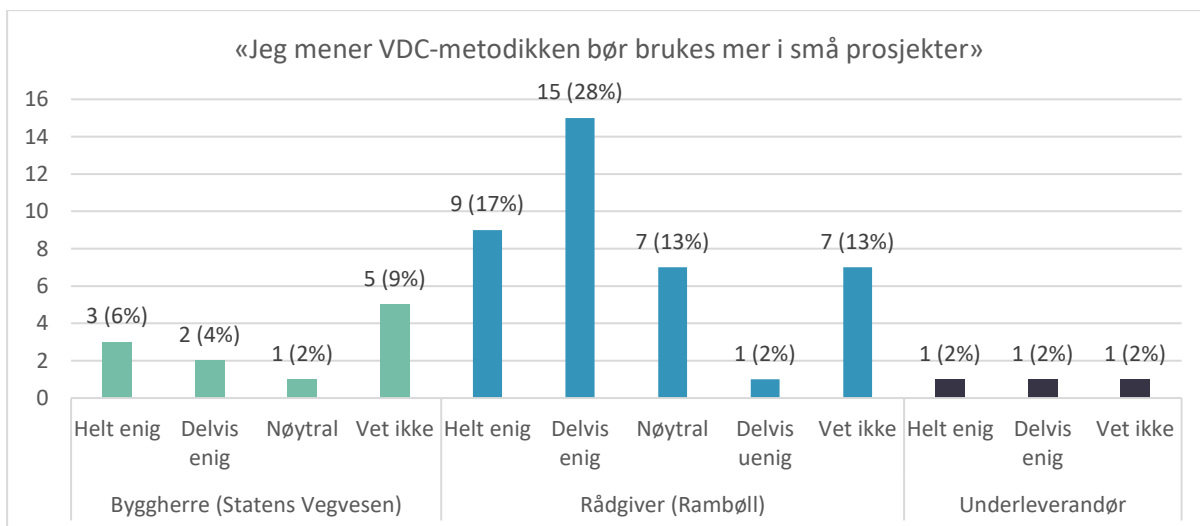


Figur 42 - Spørreundersøkelsen: Opplevelse av prosjekteringsmøter og kontroll på avhengigheter og dobbeltarbeid

4.2.5 VDC i små prosjekter

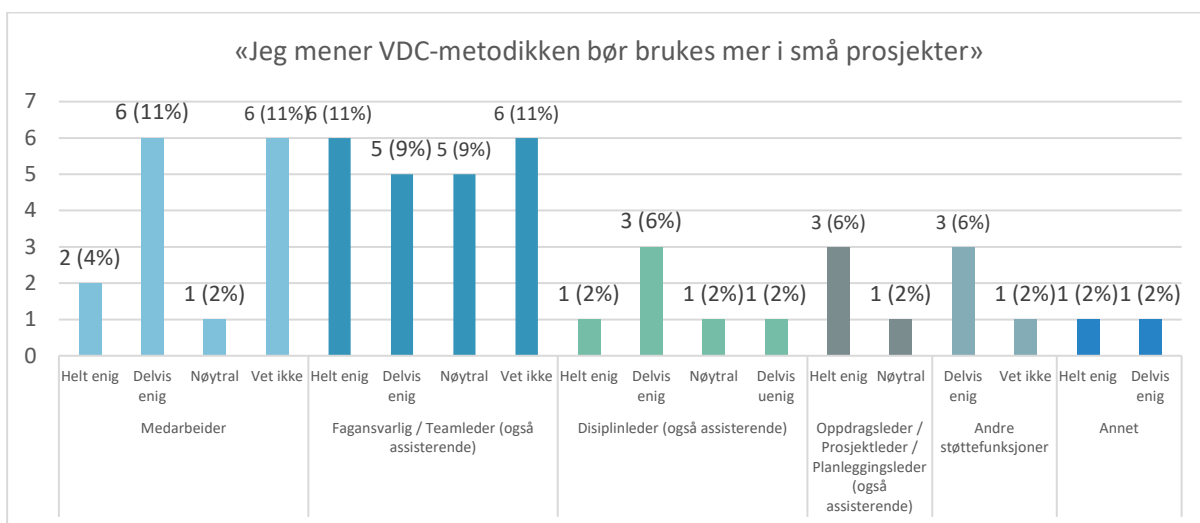
I spørreskjemaet ble respondentene spurt om VDC-metodikken bør brukes mer i små prosjekter (se figur 43). 31 av respondentene (78% ekskludert de som svarte «vet ikke») er enten helt enig eller delvis enig i dette. De fleste (18 respondenter) er delvis enige noe som kanskje kan forklares ved at svaralternativet gir mer rom for tilpasning til hvert enkelt prosjekt. I feltet for fritekst kommentarer til temaet i spørreskjemaet kommenterte to respondenter at VDC-metodikken kan være riktig også for små prosjekter, men at metoden må skaleres for å treffe små prosjekter med mindre ressurser.

Hvis man også knytter organisasjonstilhørighet til påstanden om at VDC-metodikken bør brukes mer i små prosjekter er det vanskelig å se noen klar trend. Dette er vises i diagrammet under. Tallene er for små for mange av kategoriene til å trekke konklusjoner. Det virker som at respondenter fra Rambøll og Statens Vegvesen er rimelig enige.



Figur 43 - Spørreundersøkelsen: Påstand om mer bruk av VDC i små prosjekter fordelt på organisasjon

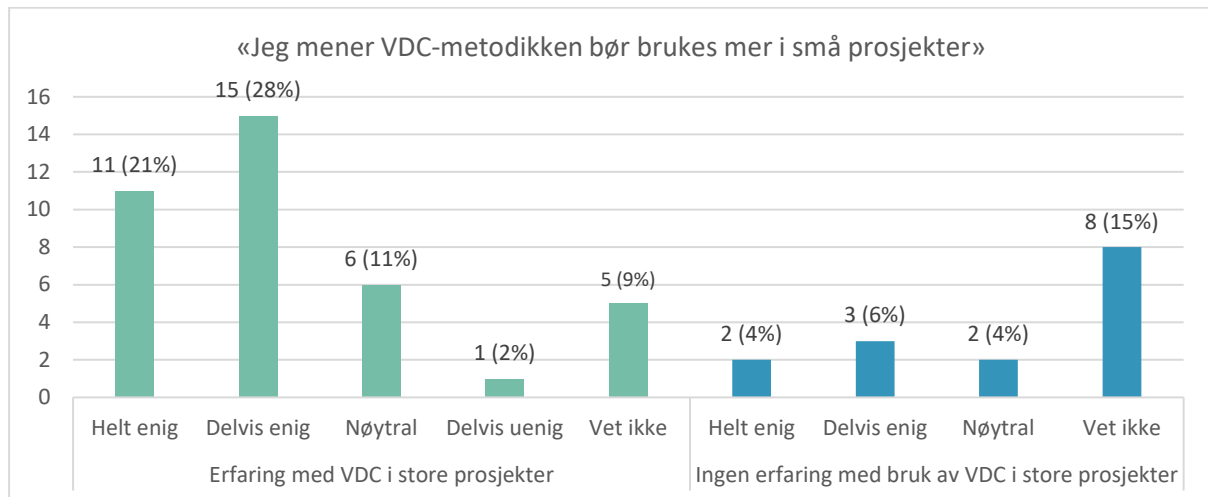
Hvis påstanden om at VDC-metodikken bør brukes mer i små prosjekter vurderes opp mot rollefordelingen ser man også her ingen entydig tendens. Dette vises i figur 44. Det kan se ut til at medarbeidere heller mer mot å være delvis enig i påstanden eller svarer vet ikke enn fagansvarlige og teamledere. Dette kan nok forklares ved at fagansvarlige og teamledere er mer involvert i VDC-metodikken.



Figur 44 - Spørreundersøkelsen: Påstand om mer bruk av VDC i små prosjekter fordelt på rolle

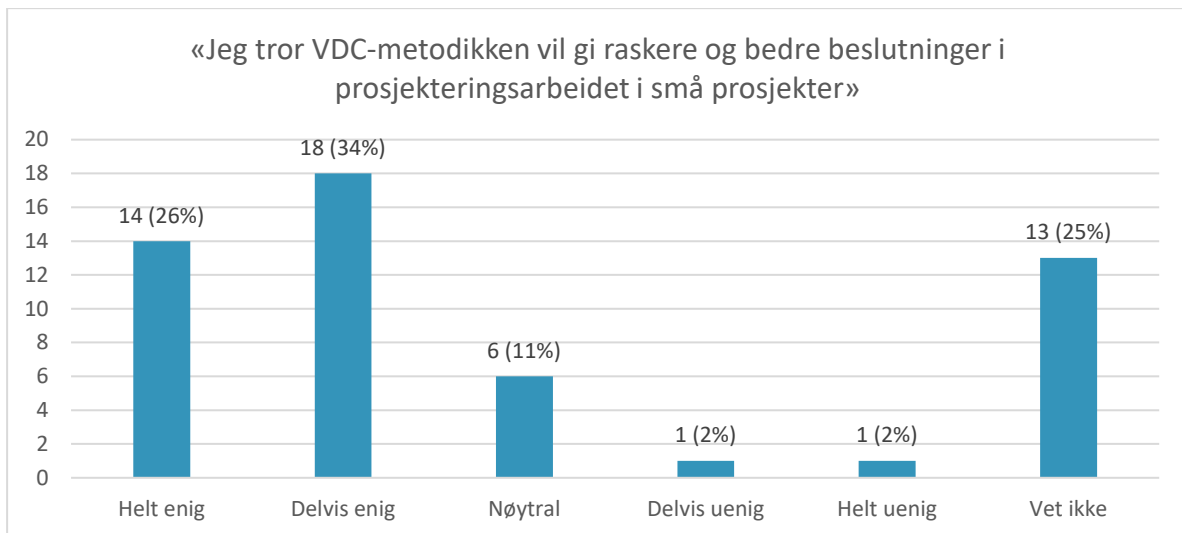
Tre respondenter skriver i fritekstfeltet for temaet i spørreundersøkelsen at nytteverdien av VDC avhenger av kompetansenivået til medarbeiderne i prosjektet. Det kan tenkes at flere setter nytteverdien av VDC opp mot oppfattelsen av kunnskapsnivået. Dette kan være en årsak til at de fleste er delvis enige i påstanden. En respondent skriver at VDC-metodikken i seg selv ikke er så viktig, men at det er integrert prosjektering de små prosjektene kan dra mest nytte av.

I figur 45 ser man påstanden om mer bruk av VDC-metodikken i små prosjekter fordelt på om respondenten har erfaring med VDC før prosjekt E39 Bokn – Hope (tidligere er det vurdert at antall med erfaring med VDC i store prosjekter gir det beste bildet av total erfaring da tilsvarende spørsmål for små prosjekter gav veldig få med erfaring). Det ser først og fremst ut til at erfaring med VDC gir flere som svarer vet ikke.



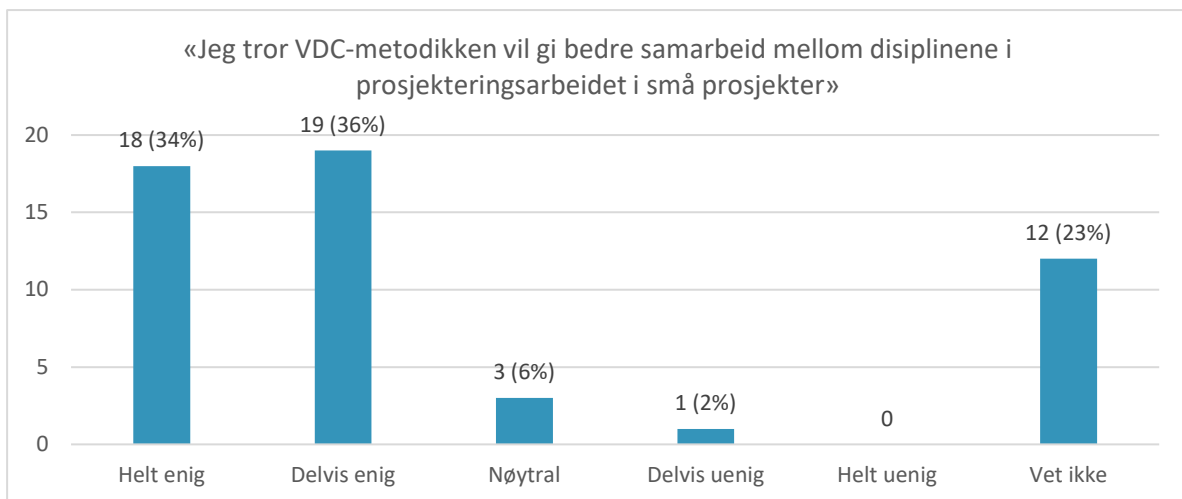
Figur 45 Spørreundersøkelsen: Påstand om mer bruk av VDC i små prosjekter fordelt på erfaring med VDC i store prosjekter

Et helt sentralt argument for å ta i bruk VDC-metodikken er at det tas raskere og bedre beslutninger i prosjekteringsarbeidet. Denne påstanden er mange enige i og 31 respondenter (78% ekskludert de som svarte «vet ikke») er enten helt enig eller delvis enig i dette (se figur 46). Igjen kan årsaken til at de fleste velger å svare delvis enig være at VDC-metodikken ikke er riktig prosjekteringsmetode for alle prosjekter. En annen årsak til at ikke flere er helt enig i påstanden kan være at det fortsatt er rom for forbedringer i beslutningsprosessene i VDC-metodikken.



Figur 46 - Spørreundersøkelsen: Påstand om raskere og bedre beslutninger ved bruk av VDC

I spørreundersøkelsen ble respondentene også spurt om VDC-metodikken vil gi bedre samarbeid mellom disiplinene i små prosjekter (se figur 47). 37 av respondentene (48% av respondentene ekskludert de som svarte «vet ikke») er enten helt enig eller delvis enig i at VDC vil gi bedre samarbeid i små prosjekter. Fordelingen av svarene på skalaen er ganske lik som for påstanden om at VDC-metodikken gir raskere og bedre beslutninger og årsakene til dette er nok ganske like i begge tilfellene.



Figur 47 - Spørreundersøkelsen: Påstand om bedre samarbeid mellom disiplinene ved bruk av VDC

4.2.6 Foretrukket arbeidsform og prosjekteringsmetode

Et annet interessant spørsmål er hvilken arbeidsform respondentene selv mener passer dem best (se figur 48). Respondentene fikk følgende valgmuligheter:

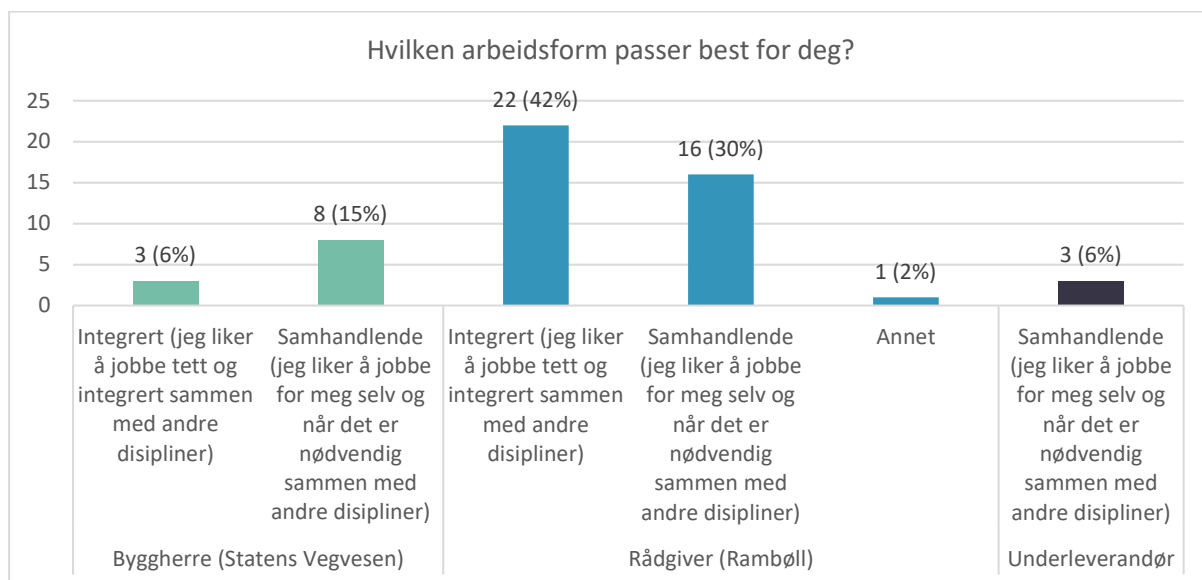
- integrert (jeg liker å jobbe tett og integrert sammen med andre disipliner)

- samhandlende (jeg liker å jobbe for meg selv og når det er nødvendig sammen med andre disipliner)
- isolert
- annet

Ingen valgte isolert som arbeidsform. De øvrige respondentene var nesten jevnt fordelt på integrert og samhandlende. Fordelt på organisasjon ser man en svak trend ved at respondenter fra Statens Vegvesen heller mot samhandlende arbeidsform og respondenter fra Rambøll heller mot integrert arbeidsform.

Spørsmålet gir ikke rom for så mange nyanser og man må anta at de fleste har valgt den arbeidsformen de foretrekker uavhengig av hvilken oppgave som skal løses på en helt generell basis. Videre kan det tenkes at enkelte respondenter har arbeidsoppgaver som ikke oppleves som så enkelt å integrere med andre disipliner og derfor føler samhandlende er mest riktig. Det er likevel interessant at så mange av respondentene foretrekker å jobbe tett og integrert sammen med andre disipliner.

En annen faktor som spørreskjemaet ikke har fanget, er hvordan personlighetstyper påvirker ønsket om arbeidsmetodikk. En ganske jevn fordeling mellom alternativene kan kanskje forklares ved at noen foretrekker å jobbe mest for seg selv og andre foretrekker å være sammen med andre

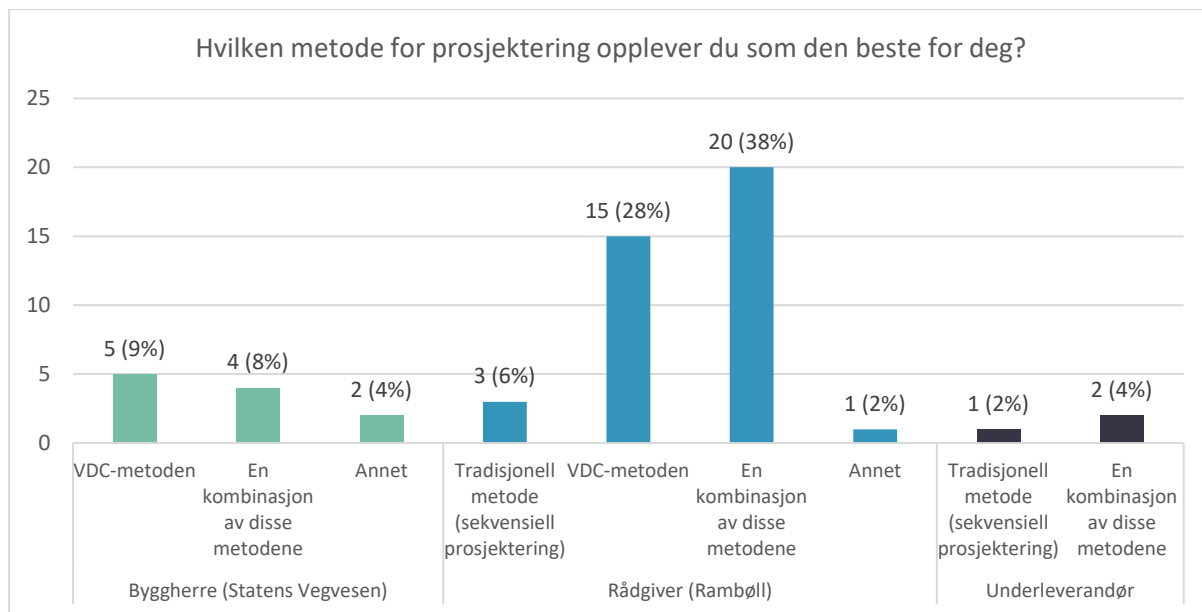


Figur 48 - Spørreundersøkelsen: Foretrukket arbeidsform (integrert/samhandlende)

Spørreskjemaet ble avsluttet med spørsmålet om hvilken metode for prosjektering respondentene foretrekker (se figur 49). Respondentene fra Statens Vegvesen og underleverandørene fordelte seg jevnt mellom VDC-metodikken og en kombinasjon av

VDC og tradisjonell prosjektering. Respondentene fra Rambøll var også jevnt fordelt og hadde bare 3 respondenter som foretrekker tradisjonell prosjektering.

I fritekstfeltet svarte en av respondentene at ICE-møtene gjorde at de ulike fagene fikk bedre innblikk i hva som foregikk hos de andre disiplinene. En annen respondent svarte at erfaringen med VDC var at det ikke var nok fokus på byggefasen og at denne dårlig utbytte av VDC. To an respondentene svarte at for å få VDC til å fungere må man ha ICE-møter som er godt planlagte med en klar møteledelse og agenda.



Figur 49 - Spørreundersøkelsen: Beste metode for prosjektering

5 Drøfting

I dette kapittelet vurderes forskningsspørsmålene opp mot funnene fra litteraturstudien, resultatene fra intervjuene med prosjektledere i Rambøll og spørreundersøkelsen i prosjekt E39 Bokn – Hope. Det er også gitt konkrete anbefalinger til hvordan VDC-metodikken bør anvendes i små prosjekter basert på drøftingen av forskningsspørsmålene.

Drøftingen lener seg mye på intervjuene med prosjektlederne og spørreundersøkelsen da litteraturstudiet fant lite informasjon om sammenhengen mellom prosjektstørrelse og VDC. Drøftingen er tenkt å gi innsikt om VDC i små prosjekter og bidra til at det blir sett sammenhenger som kan brukes i implementering av metodikken.

5.1 Forskningsspørsmålene

5.1.1 FS 1: Hvilke forskjeller er karakteristiske for små og store prosjekter og hvordan kan det påvirke gjennomføring av VDC?

Kvalitetssystemet til Rambøll skiller tydelig mellom størrelsen på prosjekter ved hjelp av prosjektstyringsverktøyet PI-tool, hvor kanskje den viktigste parameteren er størrelsen på prosjektets konsulenthonorar (se kapittel 3.5.2.2). Prosjektene deles opp i små, middels og store prosjekter. I Rambøll har de aller største prosjektene et bredt risikobilde og krever stor grad av styring og kontroll. De middels store prosjektene er etter Rambølls definisjon preget av mye tverrfaglighet, men i honorarer kan middels store prosjekter variere mye i størrelse på konsulenthonorar (1,2 til 18 millioner NOK). De aller minste prosjektene slik kvalitetssystemet til Rambøll definerer det (under 1,2 millioner NOK) har færre dokumentasjonskrav og færre roller er obligatoriske.

I denne masteroppgaven og i spørreundersøkelsen i prosjekt E39 Bokn – Hope ble prosjektstørrelsene forenklet til små og store prosjekter, hvor terskelen var ca. 15 millioner NOK i konsulenthonorarer. Årsaken til denne forenklingen var at det kan være vanskelig å skille mellom små og middels store prosjekter og at det er antatt at de fleste forstår «store prosjekter» innen samferdsel som prosjekter som har egne prosjektorganisasjoner, prosjektene går over mange år og har en helt klar «stort prosjekt»-profil. Videre var det på forhånd antatt at det er først og fremst de store prosjektene innen samferdsel som bruker VDC. Spørreundersøkelsen støtter delvis opp under denne antagelsen hvor 38 respondenter (72%) svarer at de ikke har erfaring med VDC i små prosjekter. På spørsmål om erfaring med VDC i *store* prosjekter var

resultatene snudd, hvor 38 av respondentene (72%) svarte at de hadde erfaring med ett eller flere store prosjekter og bruk av VDC.

Fra spørreundersøkelse er det ikke så lett å finne konkrete forskjeller mellom store og små prosjekter da et slikt spørsmål ikke ble stilt direkte. Et interessant funn kan likevel være knyttet til påstandene om hvorvidt VDC vil gi raskere og bedre beslutninger i prosjekteringsarbeidet i små prosjekter og om VDC vil gi bedre samarbeid mellom disiplinene i prosjekteringsarbeidet i små prosjekter. 32 av respondentene (80% av respondentene ekskludert de som svarte «vet ikke») er enten helt enig eller delvis enig i at VDC vil gi raskere og bedre beslutninger i prosjekteringsarbeidet og 37 av respondentene (90% av respondentene ekskludert de som svarte «vet ikke») svarte at VDC vil gi bedre samarbeid mellom disiplinene. Ut fra disse funnene ser det ut til at de fleste er enige i at VDC både kan gi raskere og bedre beslutninger, samt gi bedre samarbeid og at dette er områder hvor de små prosjektene trenger et løft.

Fra fritekst-feltet i spørreundersøkelsen knyttet til spørsmålene rundt erfaring og kompetanse med VDC beskrev én respondent at det er prosjektets kompleksitet som avgjør om VDC vil fungere godt i et prosjekt eller ikke. Dette er en interessant påstand og det kan derfor tenkes at prosjekter som har en kjent gjennomføring og som krever lite tverrfaglig samarbeid (lav kompleksitet) ikke nødvendigvis vil ha god effekt av VDC selv om prosjektet er stort i konsulenthonorarer.

Fra intervjuene med prosjektledere var det flere spørsmål som var aktuelle for å svare på hva som skiller små og store prosjekter og hvordan dette påvirker gjennomføringen av VDC. Alle informantene vurderte VDC som ressurskrevende ved at det blant annet går med mye tid til selve prosessen og at det må bemannes spesialiserte roller slik som BIM-ansvarlig og prosjektleder med erfaring fra VDC. Slik ressursbruk kan forsvares i de store prosjektene, men kan bli vanskelig i små prosjekter. Videre kom det frem at byggherren/kunden ofte er pådriveren for bruk av VDC og er mer involvert i avgjørelser i prosjekter som bruker VDC.

I små prosjekter kan det være begrenset med ressurser og det kan være få roller representert. For at VDC skal kunne gjennomføres i små prosjekter hvor dette er tilfellet må VDC-metodikken tilpasses og skaleres til å møte ressursene som er tilgjengelig. For eksempel kan prosjekter dra nytte av metodikken bak ICE-sesjoner uten at dette må være primær møteform. Prosjektet kan gjennomføre ICE-møter når det kommer frem et spesielt behov for tverrfaglig kontroll og beslutningstaking. Da kan metodikken bak VDC være nyttig. Hvis det mangler møteleder til et slikt møte kan dette for eksempel leies inn.

VDC som metodikk kan også være en god måte å involvere kunden i prosjektet. ICE-møtene legger opp til samhandling mellom de ulike partene i prosjektet og møteformen kan gjøre det enklere å få delt informasjon og inkludere kunden i beslutninger.

5.1.1.1 Anbefalinger for anvendelse av VDC i små prosjekter

VDC legges ofte frem som ressurskrevende og derfor vanskelig å iverksette i små prosjekter. Derfor kan fremgangsmåten i stedet være å introdusere deler av metodikken gradvis som en støtte til tradisjonelle prosjekter fremfor å fullstendig endre på prosjekteringsmetoden i de små prosjektene. Det er ikke avdekket forskjeller mellom store og små prosjekter som gjør VDC uegnet for små prosjekter.

1. Det anbefales at VDC-metodikken skaleres for å møte de ressursene som er tilgjengelig i små prosjekter. Dette kan variere fra å introdusere enkelte elementer av metoden til å kjøre full VDC-metodikk i små prosjekter.

5.1.2 FS 2: Hvilke kunnskaper (metode og teknisk) kreves av medarbeiderne i små prosjekter for god VDC-gjennomføring?

Spørreundersøkelsen viste at kunnskapene rundt VDC er mangelfull blant respondentene. Hele 85% av respondentene hadde ikke kurs eller sertifisering i VDC-metodikken. Det er også grunn til å tro at flere av de som svarte at de har kurs uten studiepoeng eller sertifisering i VDC (6 respondenter totalt) har roller i prosjektet knyttet til gjennomføringen av VDC slik at tallet for øvrige medarbeidere med kurs eller sertifisering er veldig lavt. Det er ikke sikkert det er nødvendig at alle i prosjektet har kurs eller sertifisering i VDC-metodikken, men et minimumsmål kunne vært at disiplinlederne hadde kurs eller sertifisering for slik å kunne kjøre opplæring av medarbeidere.

I fritekstsvarene i spørreundersøkelsen kom det frem at flere av respondentene hadde lært seg VDC-metoden gjennom erfaring fra prosjekter, én respondent svarte at det var for lite informasjon om VDC og en annen svarte at det var vanskelig å finne relevant opplæringsmateriell knyttet til VDC.

I intervjuene med prosjektlederne ble det stilt flere spørsmål knyttet til kompetanse. Blant annet ble det spurt om det mangler kompetanse og opplæring i små prosjekter (knyttet til VDC). Her kom det frem at kurs eller sertifisering ikke er nødvendig for alle, men at en innføring i VDC-metodikken i starten av prosjektet kan være nyttig for alle. Siden valg av prosjekteringsmetodikk har mye å si for arbeidshverdagen til prosjektdeltakerne vil det være verdt tiden å gjennomføre en slik opplæring.

For teknisk kunnskap ble prosjektlederne spurt om det bør settes noen minimumskrav (eksempelvis teknisk, prosedyrer, kunnskap og kunde) for at VDC skal fungere i små prosjekter. Én informant var enig i at det bør lages sjekklister for små prosjekter, én

annen mente at man velger elementer fra VDC som passer til det konkrete prosjektet og den siste mente at alle fag må kunne jobbe i 3D-modell. Det siste innspillet er nok vesentlig for å få VDC til å fungere i prosjekter siden 3D-modeller er så sentralt i VDC-metodikken. Det er en stor fare for at enkelte fag eller medarbeidere havner utenfor aktiv deltakelse i ICE-møter hvis man ikke behersker 3D-verktøy eller at faget ikke er inkludert i felles 3D-modell.

I kapittel 3.10 ble tekniske og menneskelige krav til gjennomføring av VDC tatt opp. Målet med denne masteroppgaven er ikke å kritisere VDC-metodikken slik at ulemper knyttet til VDC lite redegjøres for, men en vurdering på om man oppfyller de tekniske og menneskelige kravene til god gjennomføring av VDC må være gjennomført før man går i gang med VDC i prosjekter.

5.1.2.1 Anbefalinger for anvendelse av VDC i små prosjekter

1. Det anbefales at prosjektdeltakere får en innføring i VDC som prosjekteringsmetode i starten av prosjekter. På denne måten kan man både reklamere for metoden og informere og trygge prosjektdeltakerne om de ulike elementene i VDC.
2. Det anbefales at alle fag/disipliner som er involvert i prosjektet inkluderes i 3D-modeller for å kunne aktivt delta i for eksempel ICE-møter eller tverrfaglige arbeidssesjoner.
3. Det anbefales at alle prosjektdeltakere behersker 3D-verktøy. Det er ikke nødvendig at alle medarbeidere prosjekter aktivt i 3D, men et minimumskrav må være å aktivt kunne bruke visningsverktøy i sitt arbeid.
4. Prosjekter må vurdere om tekniske og menneskelige krav for god VDC-gjennomføring er oppfylt før man iverksetter VDC.

5.1.3 FS 3: Hvilke roller bør defineres for små prosjekter som benytter VDC-metoden?

I spørreundersøkelsen måtte deltakerne svare på påstanden «min rolle i ICE-møte oppleves som klart definert». På dette svarte 74% (ekskludert de som svarte «vet ikke») at de var helt enige eller delvis enig i påstanden. Det var likevel en del som svarte nøytral eller delvis uenig (26% ekskludert de som svarte «vet ikke») på påstanden, slik at alle føler seg ikke helt trygge på sin rolle i ICE-møtene.

I prosjekt E39 Bokn – Hope blir det utarbeidet en sesjonsplan for hvert ICE-møte (beskrevet i kapittel 3.9.1) hvor ansvar og rollen blir definert. Det kan tenkes at hvis man er invitert i ICE-møter og ikke er nevnt på sesjonsplanen oppleves ens egen rolle som uklar. Det er også kommentert i fritekstfeltet av en av respondentene at ICE-møter kan ha en tendens til å ikke følge sesjonsplan og at ICE-møtet oppleves som

ustrukturert. Hvis ICE-sesjonene involverer mange mennesker og roller, men ikke følger en klar agenda og at de som er invitert i møtet ikke har en oppgave så kan motivasjonen til medarbeiderne falle og til slutt vil utbytte av VDC-metodikken bli redusert (se kapittel 3.6.3).

I intervjuene med prosjektlederne mente en av informantene at å velge riktige mennesker til ledergruppa var viktig for god VDC-gjennomføring. Det ble også påstått at eierskap til VDC-metodikken var vesentlig, slik at også for små prosjekter må det være en person i prosjektet som eier VDC-metodikken og er drivkraften for å få god gjennomføring. Samme informant mente at det måtte defineres en teknisk prosjekteringsleder. To informanter mente at rollen som BIM-ansvarlig var helt sentral i gjennomføring av VDC.

Fra litteraturstudien og gjennomgangen av kvalitetssystemet til Rambøll kom det fram at BIM-ansvarlig ikke kreves i de aller minste prosjektene, men at rollen er påkrevd i alle prosjekter mellomstore og store prosjekter ut fra en vurdering basert på blant annet prosjekthonorarer, kompleksitet og tverrfaglighet. Siden rollen som BIM-ansvarlig er så vesentlig i gjennomføring av VDC-metodikken kan det være grunn til å vurdere om denne rollen bør inngå i flere prosjekter. Hvis prosjektet gjennomfører full VDC-metodikk eller deler av metodikken bør det stilles krav til at BIM-ansvarlig utpekes uansett prosjektstørrelse. I en tid hvor BIM generelt spiller en større rolle i alle prosjekter kan det være flere grunner til å se på om rollen som BIM-ansvarlig bør gjøres obligatorisk i alle prosjekter. En BIM-ansvarlig trenger ikke være BIM-ansvarlig på heltid, men kunne ha andre roller i prosjekter. Derfor er opplæring av flere medarbeidere til å bli BIM-ansvarlige en viktig del av arbeidet med VDC.

5.1.3.1 Anbefalinger for anvendelse av VDC i små prosjekter

1. Alle roller i ICE-møter bør defineres i en sesjonsplan og alle deltakere bør ha en aktiv rolle i gjennomføringen av møtene.
2. Det bør utpekes en prosjektleder som har eierskap til VDC-metodikken i prosjekter som gjennomfører hele eller deler av VDC-metodikken.
3. Det bør vurderes om rollen som BIM-ansvarlig skal gjøres obligatorisk i alle prosjekter
4. Sørge for å lære opp flere til å ha rollen som BIM-ansvarlig i prosjekter

5.1.4 FS 4: Hvilke tekniske minstekrav må være til stedet for god gjennomføring av VDC?

Dette forskningsspørsmålet har en del likheter med forskningsspørsmål 2 som tar opp hvilke kunnskaper (metode og teknisk) som kreves av medarbeiderne i små prosjekter. Det ble i forskningsspørsmål 2 anbefalt at prosjektdeltakerne får opplæring i tekniske

systemer slik som programvare og utstyr knyttet til BIM. For å kunne gjennomføre dette må det være god tilgang til programvare og tilstrekkelig teknisk utstyr slik som nok kraftige datamaskiner og eventuelt utstyr slik som VR-briller og visualiseringsverktøy i felt.

I intervjuene med prosjektledere mente én informant at alle fag må kunne jobbe i samme 3D-modell. Dette stiller en del krav i form av at man trenger programvare som har felles «språk» på tvers av fagene/disiplinene. I dag jobber flere fag i ulike programverktøy, noe som kan gjøre arbeid i tverrfaglige modeller vanskeligere. I tillegg er en del fag ofte ikke representert i BIM-modellene slik som plan- og sikkerhetsfag.

I spørreundersøkelsen ble deltakerne spurt om hvilke verktøy/metoder de kjente til fra en liste over verktøy/metoder som er relevante for gjennomføring av VDC. Alle deltakerne svarte at de kjente til «Teams» (digitale møter), deretter svarte 77% at de kjente til oppgavehåndtering/styring (eksempelvis «JIRA») og 77% kjente også til BIM-modell. I VDC benyttes ofte smarttavler, men dette hadde kun 57% av de spurte erfaring med. Det ble også spurt om kjennskap til «big room», noe bare 43% kjente til.

For god gjennomføring av VDC i små prosjekter trenger sannsynligvis flere medarbeidere tilgang til tekniske systemer relatert til VDC-metodikken. Og siden de små prosjektene er flere i antall kan det tenkes at behovet for slike tekniske systemer øker når flere prosjekter skal benytte VDC. VDC er en sosial prosjekteringsmetodikk og selv om mye kan gjennomføres digitalt er det stor grunn til å tro at prosjektdeltakerne bør møtes fysisk og ha tilgang til møterom og tekniske systemer knyttet til disse.

5.1.4.1 Anbefalinger for anvendelse av VDC i små prosjekter

1. Prosjektmedarbeidere må ha tilgang til programvare og tilstrekkelig kraftige datamaskiner for å kunne jobbe i tverrfaglige 3D-modeller.
2. VDC kan medføre at flere medarbeidere trenger tilgang til møterom som er utstyrt med systemer knyttet til VDC, slik som smarttavler og VR-utstyr. For god gjennomføring av VDC må disse systemene være tilgjengelig også for den store mengden små prosjekter.

5.1.5 FS 5: Kan ICE-møter gjennomføres i digitale møter på en tilfredsstillende måte og oppnår man de samme effektene som ved fysiske møter?

Kunz & Fisher (2020) beskriver VDC som en sosial prosess og spesielt ICE-møter hvor opprinnelsen til VDC handlet om å samle prosjektdeltakerne fysisk for å prosjektere intensivt, samtidig og ta avgjørelser i felleskap. I de senere årene og spesielt i perioden med koronaviruset (2020-2022) hvor en hel verden ble stengt ned og kontorarbeidere

ble sendt til hjemmekontoret har fremveksten av digitale møter vært enorm. Det er ikke noe grunn til å tvile på at digitale møter kan fungere som møtearena i prosjekter, men vi vet enda ikke langstidseffektene av å bruke digitale møter i prosjekter. Vi vet heller ikke hvordan kvaliteten på ICE-møter påvirkes av digitale møter. I diskusjonen for forsknings spørsmål 3 ble det anbefalt at også små prosjekter må få tilgang til tekniske systemer knyttet til den sosiale delen av VDC (slik som møterrom med smarttavler). Selv om man vil benytte digitale møter videre i tiden fremover er det fortsatt grunn til å tro at det å møtes fysisk kan gi positive effekter slik som økt kreativitet, skape en tryggere ramme rundt ICE-møter og inkludere flere i diskusjonene.

I spørreundersøkelsen ble deltakerne spurt om arbeidsgiver har gitt tilstrekkelig med opplæring i digitale verktøy som brukes i forbindelse med VDC-metodikken. Dette spørsmålet handler ikke kun om digitale møter, men om alle verktøy som knytter seg mot VDC-metodikken. Majoriteten av respondentene (62% av alle respondentene) svarte at de ikke hadde fått tilstrekkelig med opplæring, noe som tyder på at det er en vei å gå for at alle føler seg trygge på digitale verktøy, deriblant digitale møteplattformer.

I casestudiet E39 Bokn – Hope er alle ICE-møtene gjennomført som digitale møter. I spørreundersøkelsen ble ikke deltakerne spurt direkte om opplevelsen av digitale møter, men man kan anta at svarene er påvirket av at prosjekt E39 Bokn – Hope primært gjennomføres digitalt. På spørsmål om hvilken arbeidsform som passet best svarte 58% av respondentene fra Rambøll at de foretrakk å jobbe integrert («jeg liker å jobbe tett og integrert sammen med andre disipliner»). 42% av respondentene fra Rambøll svarte at de foretrakk en samhandlende arbeidsform («jeg liker å jobbe for meg selv og når det er nødvendig sammen med andre disipliner»). På spørsmål om hvilken prosjekteringsmetode deltakerne foretrekker svarte 38% av alle respondentene at de foretrekker VDC som prosjekteringsmetode. Majoriteten av de resterende respondentene (49%) svarte at de foretrekker en kombinasjon av VDC og tradisjonell prosjekteringsmetode.

Med bakgrunn i svarene i spørreundersøkelsen kan det se ut til at 2 år med pandemi og digitale møter ikke har skremt prosjektdeltakerne vekk fra prosjekteringsmetoden VDC. Men siden koronapandemien er midlertidig kan det tenkes at respondentene svarer basert på en normal arbeidssituasjon. I både intervjuene med prosjektlederne og i spørreundersøkelsen ble ikke gjennomføring av ICE-møter digitalt tatt opp som et spesielt tema, noe som gjør det vanskelig å trekke konklusjoner om *effektene* av å bruke digitale møter.

5.1.5.1 Anbefalinger for anvendelse av VDC i små prosjekter

1. Ut fra erfaringer fra case-studiet E39 Bokn – Hope kan det se ut til at gjennomføring av VDC kan fungere godt også når man primært bruker digitale plattformer for å møtes. Likevel bør også små prosjekter ha tilgang til fysiske møterom og teknisk utstyr.
2. Prosjektdeltakerne må få tilstrekkelig opplæring i bruk av digitale verktøy, inkludert bruk av digitale møteplattformer. Man bør ikke *anta* at alle kan bruke slike verktøy.

5.1.6 FS 6: Hvilke rutiner bør ligge som minstekrav for VDC i små prosjekter?

Forskningsspørsmål 6 fokuserer på minstekrav knyttet til gjennomføring av VDC i små prosjekter og rutiner. Dette forskningsspørsmålet overlapper en del med de øvrige forskningsspørsmålene da det gir et slags minstemål for VDC i små prosjekter, en «lettversjon» av VDC.

Fra intervjuene med prosjektlederne mente én av informantene at små prosjekter kan nyttiggjøre seg av VDC, men at rammeverket må skaleres til å passe små prosjekter. En annen informant mente at mange prinsipper kan brukes, men at det kan være fordyrende å kjøre full VDC-metodikk siden det involverer flere personer knyttet til VDC. Samme informant mente at det manglet personell til å påta seg rollen som BIM-ansvarlig og at det var for få fagpersoner.

På spørsmålet om minimumskrav til små prosjekter relatert til VDC svarte én informant at man kan velge elementer fra VDC-metodikken som er nyttige for spesifikke prosjekter, men at det ikke nødvendigvis var behov for noen minimumskrav. En annen mente at også små prosjekter bør jobbe i 3D, bruke visuell planlegging og bruke aksjonslogg. Den siste informant mente at det bør lages en egen sjekklister for små prosjekter (evt. en egen guide) for gjennomføring av VDC.

I spørreundersøkelsen svarte flere generelt på innføring av VDC i små prosjekter i fritekstfeltet. To respondenter svarte at det må gjennomføres et generelt kompetanseløft for å kunne dra nytte av VDC i små prosjekter. Ytterligere to respondenter mente at hvis kompetansen på VDC var god ville ikke gjennomføringen være for ressurskrevende for små prosjekter. Én siste respondent mente at det ikke var VDC-metoden som sådan som var viktig for små prosjekter, men heller prosessen rundt integrert prosjektering som var viktig.

Skalering av VDC-metodikken og opplæring i VDC som prosjekteringsmetode blir nevnt mange steder i både intervjuene med prosjektlederne og i spørreundersøkelsen. Det er

derfor grunn til å tro at det er disse to områdene som utpeker seg som de viktigste for å skape gode rutiner for VDC i små prosjekter. Det er også nevnt flere ganger at rollene som prosjektleder og BIM-ansvarlige er viktige og dette kan også tolkes som et behov for opplæring. Videre er VDC som metode en visuell måte å jobbe på, samt en sosial måte å jobbe på, så det er vanskelig å komme utenom disse elementene også.

5.1.6.1 Anbefalinger for anvendelse av VDC i små prosjekter

1. Visualisering er et minstemål for VDC også i små prosjekter. Prosjektet må samles i en tverrfaglig BIM-modell.
2. ICE-møter bør brukes også i små prosjekter, men skalert både i tid og antall. De viktigste ICE-møtene skjer ved milepæler i prosjekteringsarbeidet.
3. Det bør utføres målinger også i små prosjekter, men disse bør skaleres til å treffe prosjektets egenskaper og behov.

5.1.7 FS 7: Hvordan bør små prosjekter måles slik at man oppnår de ønskede effektene av VDC-metoden?

I kapittel 3.6.6 ble målstyring (målinger) kort beskrevet. Målinger er en viktig del av VDC for å kunne jobbe med kontinuerlig forbedring og for å kunne gjøre tiltak for å korrigere utfordringer med eksempelvis fremdrift eller kvalitet mens arbeidsoppgavene pågår og ikke etter at en leveranse har skjedd.

I spørreundersøkelsen ble deltakerne spurt om de hadde erfaring med ulike verktøy eller metoder relatert til VDC. Bare 23% av de spurte hadde erfaring med målinger («metrics» på engelsk) noe som er overraskende da ICE-møtene i casestudiet E39 Bokn – Hope bruker målinger til å evaluere kvaliteten og måloppnåelsen i møtene. Det kan likevel være flere grunner til at så mange svarer at de ikke kjenner til målinger. Det kan være at ingen har forklart hva målinger er og at evaluering av ICE-møter også er en form for måling. Videre kan det tenkes at få hadde erfaringer fra prosjekt E39 Bokn – Hope knyttet til andre målinger slik som fremdrift, kvalitet og økonomi. Det kan også tenkes at mange medarbeidere ikke har vært involvert i målinger utenom ICE-møtene og på den måten ikke har fått erfaring med det.

Det er ikke fremkommet noe gjennom litteraturstudien, intervjuene med prosjektlederne eller spørreundersøkelsen som tilsier at målinger er mindre viktige i små prosjekter. Ut fra forfatterens egne erfaringer kan det derimot være svært nyttig for små prosjekter å måles da de små prosjektene har en tendens til å ikke bli like tett fulgt opp som de store. Videre ble det i litteraturstudien (se kapittel 3.5.1.2 for prosjekteringsfeil) avdekket at byggeindustrien sliter med mye prosjekteringsfeil og at det er feilene som oppdages etter leveranser som skaper mest problemer. Derfor kan det være hensiktsmessig å innføre målinger i små prosjekter for å kunne vurdere hvordan blant annet utviklingen er sett i

tilknytning til fremdrift, økonomi eller kvalitet. I intervjuene med spørreundersøkelsene kom det frem en bekymring rundt ressurser og at det var en fare for at små prosjekter ikke har tilstrekkelig kapasitet til å benytte seg av VDC-metodikken på en god måte. På samme måte som for øvrige deler av VDC-rammeverket er det fornuftig å legge målinger på et nivå som er overkommelig for små prosjekter.

Et eksempel på måling som er nyttig i alle flerfaglige prosjekter er kollisjoner i BIM. Å avdekke kollisjoner i modellene vil kunne bidra med å redusere prosjekteringsfeil og dermed være vel verdt innsatsen også i små prosjekter med lite ressurser. Målinger på dette vil kunne skjerpe fokuset til prosjektdeltakerne på dette området.

5.1.7.1 Anbefalinger for anvendelse av VDC i små prosjekter

1. Det bør lages et sett med målinger som prosjektleder eller BIM-ansvarlig kan velge mellom sett opp mot prosjektets egenskaper. Et sett med minimumsmålinger kan være aktuelt slik som målinger av kollisjoner i BIM og møtekvalitet.

5.1.8 FS 8: Hvilke effekter forventer man av å introdusere VDC i små vegprosjekter?

De foregående forskningsspørsmålene har fokusert mye på hvordan VDC kan gjennomføres i små prosjekter. Forskningsspørsmål 8 tar opp effektene av VDC i små prosjekter. Spørreundersøkelsen la mye fokus på forskjellene mellom VDC som metodikk og den tradisjonelle prosjekteringsmetodikken.

I spørreundersøkelsen svarte deltakerne på påstanden «min rolle i prosjekteringsmøter oppleves som klart definert» knyttet til den tradisjonelle prosjekteringsmetoden. Sammenliknet med samme påstand for VDC ser man at svarene er klart forskjøvet mer mot helt enig for VDC og mer mot delvis enig for den tradisjonelle prosjekteringsmetoden. For påstanden «prosjekteringsmøter har en klar agenda» kan samme trend sees ved at svarene er forskjøvet mer mot delvis enig for den tradisjonelle prosjekteringsmetoden og mot helt enig for samme påstand knyttet til ICE-møter. Dette viser ikke at den tradisjonelle prosjekteringsmetoden ikke gir klare rolleforståelser eller har klar agenda i møtene, men at det kan se ut til at VDC bidrar til *økt* rolleforståelse og *bedre* agendaer i møter.

For påstanden om «jeg opplever at arbeidsmøter/særmøter fungerer godt for å løse problemstillinger som påvirker flere disipliner» for den tradisjonelle prosjekteringsmetoden svarte 39 av respondentene (85% ekskludert de som svarte «vet ikke») at de er enten helt enig eller delvis enig i dette. Majoriteten er delvis enig, noe som kan tyde på at slike møter har noen svakheter. En liknende påstand knyttet til

gjennomføring av VDC, «jeg opplever at ICE-møter brukes til samtidig prosjektering (prosjektering i fellesskap med andre disipliner)» viste en ganske lik fordeling av svarene hvor de fleste svarte de var delvis enige i påstanden (ekskludert de som svarte «vet ikke»). Til sammen svarte 24 respondenter (65% ekskludert de som svarte «vet ikke») svarte de var helt enig eller delvis enig i påstanden. Påstandene er ikke helt like, men de fokuserer på det samme, nemlig tverrfaglig samarbeid. Det kan se ut til at graden av integrert prosjektering eller samtidig prosjektering ikke ser ut til å øke med VDC, i hvert fall når man knytter det opp mot ICE-møter. En svakhet med påstanden er at den er knyttet til ICE-møter og ikke det tverrfaglige arbeidet generelt. Det er mulig at man hadde fått bedre respons hvis påstanden ble formulert annerledes.

For påstanden om «jeg opplever at prosjekteringsmøter bidrar til å få kontroll på avhengigheter og redusere dobbeltarbeid» for den tradisjonelle prosjekteringsmetoden og «jeg opplever at ICE-møter bidrar til å få kontroll på avhengigheter og redusere dobbeltarbeid» for VDC-metodikken er langt flere helt enige for VDC-metodikken (36% ekskludert de som svarte «vet ikke») enn for den tradisjonelle prosjekteringsmetoden (7% ekskludert de som svarte «vet ikke»). Også her handler påstanden om spesifikke møter (prosjekteringsmøter/ICE-møter) slik at respondentene kan være påvirket av dette. Men det kan tyde på at ICE-møter i større grad bidrar til å redusere avhengigheter og dobbeltarbeid enn det tradisjonelle prosjekteringsmøter får til.

I intervjuene med prosjektlederne ble spørsmålet «hva ønsker man å oppnå med VDC-metoden» stilt. To av informantene fokuserte på at metoden gir bedre kvalitet og at man kan redusere omprosjektering som følge av feil. Den siste informanten fokuserte på medarbeidernes eierskap til prosjektarbeidet og at VDC gir rom for nytenkning og kreativitet.

5.1.8.1 Anbefalinger for anvendelse av VDC i små prosjekter

1. VDC kan gi bedre rolleforståelse i prosjekter ved at rollene er tydeligere definert og at rollene brukes mer i tverrfaglige møter
2. Prosjektmøter gjennomføres med en tydeligere definert agenda slik at man kommer til beslutninger
3. VDC kan bidra til at prosjekter får kontroll på avhengigheter og reduserer dobbeltarbeid, blant annet ved hjelp av ICE-møter og målinger
4. VDC kan redusere antall prosjekteringsfeil og gi bedre kvalitet blant annet ved visualisering i BIM-modeller og at VDC-metodikken fokuserer på kontinuerlig forbedring

5.2 Studiens gyldighet og pålitelighet

I kapittel 2.6 ble datainnsamlingen evaluert for styrker og svakheter. I dette kapitlet vurderes helheten av masteroppgaven opp mot gyldighet og pålitelighet.

Gyldighet (eller validitet) handler om hvorvidt dataene som er samlet inn gir en god nok representasjon av fenomenet det forskes på (Johannessen, Chistoffersen, & Tufte, 2004). I kvantitativ forskning knytter pålitelighet seg opp mot hvilke data som brukes, hvordan de samles inn og hvordan de bearbeides (Johannessen, Chistoffersen, & Tufte, 2004).

Antall respondenter i spørreundersøkelsen (svarprosent 36%) og den tette knytningen opp mot ett enkelt prosjekt gjør at resultatene ikke er generaliserbare. Likevel har resultatene fra spørreundersøkelsen gitt mye verdifull informasjon og spredningen i svarene har vært lav. I spørreundersøkelsen er respondentene også spurt direkte om hvordan de tenker at VDC kan fungere i små prosjekter. Spørreundersøkelsen er analysert ut fra forfatterens tolkning av resultatene fremfor rent statistiske metoder. Denne fremgangsmåten ble diskutert i kapittel 2.6.4.

Som en støtte til spørreundersøkelsen ble det også gjennomført intervjuer med erfaring prosjektledere i Rambøll. Disse jobber alle med VDC og kan derfor være påvirket til å anbefale VDC fremfor den tradisjonelle prosjekteringsmetoden. Det er likevel grunn til å tro at prosjektlederne har svart på basis av å ønske det beste for prosjektgjennomføringen i Rambøll og har svart ut fra det de objektivt tror er det beste for små prosjekter.

Masteroppgaven gir en rekke anbefalinger for bruk av VDC i små prosjekter basert på litteraturstudien, spørreundersøkelsen og intervjuene med prosjektlederne. En samlet vurdering er derfor at resultatene er overførbare til små samferdselsprosjekter på en generell basis og dermed støtter opp under konklusjonen at VDC bør benyttes også i små prosjekter.

Noen svakheter har likevel denne masteroppgaven. Det er på forhånd antatt at VDC vil gi positive effekter på små prosjekter og de eventuelt negative effektene er i mindre grad diskutert. Det er kommet fram noen svakheter ved VDC, slik som bekymringer rundt økte krav til kompetanse og ressurser. Disse kunne vært jobbet videre med.

En annen svakhet er at andre metoder for prosjektering er lite vurdert. Finnes det for eksempel alternativer til den tradisjonelle prosjekteringsmetoden og VDC? Dette kunne også vært vurdert, men har ikke fått plass i denne masteroppgaven.

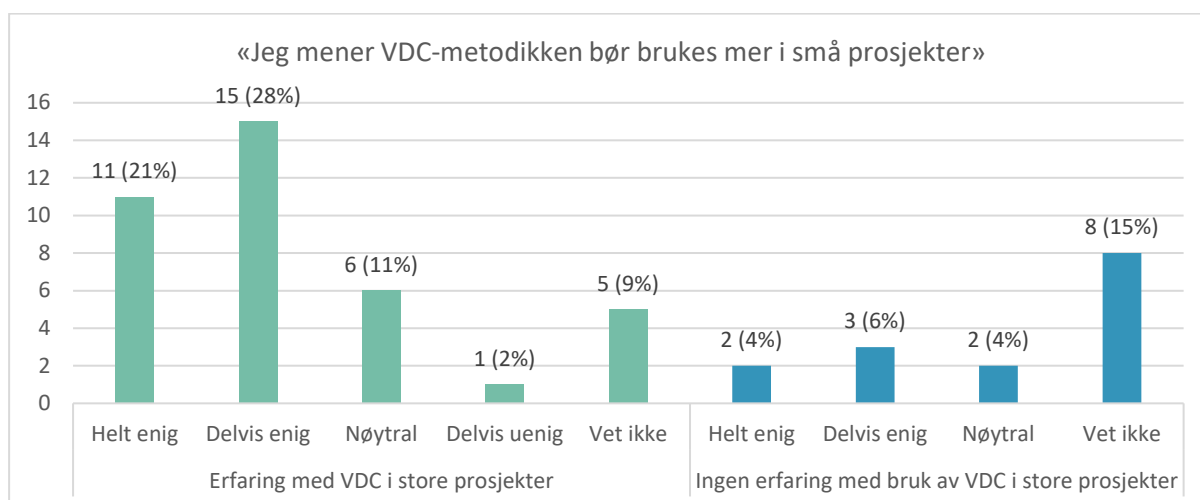
6 Konklusjon

For hvert av forskningsspørsmålene er det i kapittel 5 gitt anbefalinger for bruk av VDC i små prosjekter. Disse anbefalingene er ikke gjentatt her. En overordnet konklusjon er i stedet forsøkt formulert her.

Basert på resultatene fra litteraturstudien, intervjuene med prosjektlederne og spørreundersøkelsen fremstår VDC som en prosjekteringsmetode små prosjekter bør utnytte. Resultatene tyder på at små prosjekter også vil kunne få raskere prosjektgjennomføring med en høyere kvalitet, men metoden og dens elementer bør skaleres for å treffe på behovene og ressursene til de konkrete prosjektene.

Det er videre anbefalt at det må gjennomføres mer opplæring i VDC som metode for å kunne få utbytte av den i små prosjekter og at prosjektdeltakerne må få nødvendig opplæring og tilgang til utstyr og programvare knyttet til VDC. Rollen som BIM-ansvarlig bør gjøres obligatorisk i prosjekter som bruker VDC og målinger bør brukes mer aktivt i små prosjekter. Til slutt er det anbefalt at man benytter metodikken bak ICE-møter, men at også disse skaleres til å møte prosjektets behov og ressurser.

Avslutningsvis er det også interessant å se til spørreundersøkelsen som avdekket at respondentene i prosjekt E39 Bokn – Hope generelt er positive til å innføre VDC i små prosjekter (se figur 50). De fleste (78% ekskludert de som svarte «vet ikke») svarer at de er helt enige eller delvis enige i påstanden om at VDC-metodikken bør brukes mer i små prosjekter. At de fleste holder noe tilbake og ikke svarer helt enig kan forklares i at metoden bør tilpasses små prosjekter slik masteroppgaven har foreslått.



Figur 50 - Spørreundersøkelsen: Påstand om mer bruk av VDC i små prosjekter fordelt på erfaring med VDC i store prosjekter

6.1 Videre arbeid

En naturlig videreføring av arbeidet med denne masteroppgaven vil være er å teste ut VDC i små prosjekter. En slik test kan gjennomføres som et pilotprosjekt som trekker på erfaringer og anbefalingene i denne masteroppgaven. Det kunne også være interessant å gjennomføre en ny spørreundersøkelse når erfaringene med VDC i små prosjekter blir flere. Siden spørreundersøkelsen i stor grad resulterte i erfaringer trukket fra store prosjekter ville det vært interessant å se hvordan opplevelsen av VDC endret seg med mer erfaring fra små prosjekter blant respondentene.

7 Referanser

- Autodesk. (2020). *An Introduction to Lean Construction for Today's Construction Professionals*. Hentet fra [construction.autodesk.com](https://construction.autodesk.com/resources/an-introduction-to-lean-construction/?utm_source=blog&utm_medium=blog-content&utm_campaign=lean%20construction&_ga=2.239784579.1633024508.1650460272-1683802720.1638781744):
- https://construction.autodesk.com/resources/an-introduction-to-lean-construction/?utm_source=blog&utm_medium=blog-content&utm_campaign=lean%20construction&_ga=2.239784579.1633024508.1650460272-1683802720.1638781744
- BaneNOR Utbygging SF. (2020, November 16). Generelt kravdokument for BIM i utbygging. Norge.
- Belsvik Reinholdt, M., Lædre, O., & Hjelseth, E. (2019). Metrics In VDC Projects. *Proc. 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)* (ss. 1129-1140). Dublin: International Group for Lean Construction (IGLC).
- Brudvik, M. (2010, Januar 23). *Hvordan skape forbedring?* Hentet fra Helsebiblioteket: <https://www.helsebiblioteket.no/kvalitetsforbedring/om-kvalitetsforbedring/hvordan-skape-forbedring>
- Børsting, J. (u.d.). *METODER FOR DATAINNSAMLING: SPØRREUNDERSØKELSER, INTERVJU & FOKUSGRUPPER*. Hentet fra Universitetet i Oslo: https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF2260/h17/timeplan/chapter_5_8-norsk.pdf
- Chachere, J., Kunz, J., & Levitt, R. (2009). *The Role of Reduced Latency in Integrated Concurrent Engineering*. Stanford: Stanford University.
- COWI AS. (2008). *Hvordan unngå prosjekteringsfeil - Sluttrapport*. Trondheim: Byggekostnadsprogrammet.
- Creswell, J. W., & Creswell, D. J. (2020). *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Los Angeles: SAGE.
- Fløisbonn, H. W., Skeie, G., Uppstad, B., Markussen, B., & Sunesen, S. (2018, November). *Rif.no*. Hentet fra MMI - Modell Modenhets Indeks: <https://www.rif.no/wp-content/uploads/2018/11/mmi-modell-modenhets-indeks.pdf>
- Fostvedt, P. P. (2018, Juni 8). Testing og pilotering av reguleringsplaner i 3D. Norge.

- Haneborg, T. (2020, Mai 18). *3 tips for et vellykket ICE-møte*. Hentet fra Prosjektbloggen.no: <https://www.prosjektbloggen.no/3-tips-for-et-vellykket-ice-mote>
- Haneborg, T. (2021, November 25). *Prosjektbloggen.no*. Hentet fra Hva er forskjellen på Samtidig prosjektering og Integrated Concurrent Engineering (ICE)?: <https://www.prosjektbloggen.no/hva-er-forskjellen-paa-samtidig-prosjektering-og-integrated-concurrent-engineering-ice>
- Johannessen, A., Chistoffersen, L., & Tufte, P. A. (2004). *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag*. Oslo: Abstrakt forlag.
- Khanzode, A., Fischer, M., Reed, D., & Ballard, G. (2006). *A Guide to Applying the Principles*. Standford: Standford University, Center for integrated facility engineering.
- Kilde, H., Marøy, M., & Rolstadås, A. (1997). *Prosjektermonologi*. Trondheim: Forskningsprogrammet PS 2000.
- Kim, J., Liu, J., & Ghimire, P. (2019). The Categorization of Virtual Design and Construction Services. *The 2019 International Council for Research and Innovation in Building and Construction – CIB World Building Congress*. Hong Kong: ReseachGate.
- Kirkevold, Ø. (2014, April 28). *Sykepleien.no*. Hentet fra Praktiske tips ved spørreskjemaundersøkelser, del 2: <https://sykepleien.no/forskning/2014/04/praktiske-tips-ved-sporreskjemaundersokelser-del-2>
- Kunz, J., & Fischer, M. (2009). *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementitation Suggestions*. Standfor University, Center for Integrated Facility Engineering (CIFE).
- Kunz, J., & Fisher, K. (2020, Januar 22). Virtual design and construction. *Construction Management and Economics*,, ss. 355-363.
- Køster, C. (2016, 07 13). *Vanlig arbeidsoppgave eller et lite prosjekt?* Hentet fra Prosjektbloggen.no: <https://www.prosjektbloggen.no/prosjekt-eller-arbeidsoppgave>
- Meland, Ø. H. (2000). *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen*. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Fakultet for bygg- og miljøteknikk, Institutt for bygg- og anleggsteknikk.

- Metier OEC. (u.d.). *samtidigprosjektering.no*. Hentet fra FOU Prosjektet:
https://www.samtidigprosjektering.no/fou-prosjektet/#FoU_Innledning
- Monsen, H. (2022, februar 18). Kontraktskrav for prosjekteringsarbeid i Nye Veier. (I. Jensen, Intervjuer)
- NTNU. (u.d.). *Finne kilder*. Hentet fra ntnu.no: <https://i.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Finne+kilder#section-Finne+kilder-Hvordan+v%C3%A6re+kildekritisk?>
- Nye Veier AS. (2020, juli 10). Rammeavtale planarbeid. Kristiansand, Norge.
- Nye Veier AS. (u.d.). *Om oss*. Hentet fra nyeveier.no: <https://www.nyeveier.no/om-oss/>
- Rambøll. (u.d.). *BIM-Guide Definisjoner*. Hentet fra Rambølls kvalitetssystem
- Rambøll Norge AS. (2019, 11 5). Prosjekteringsledelse. Norge.
- Rambøll Norge AS. (2020, Februar 9). BIM i Rambøll.
- Rambøll Norge AS. (2021, September 14). Project Level Rating Guideline.
- Regjeringen.no*. (2018, September 11). Hentet fra Digitale romlige arealplaner med bestemmelser: https://www.regjeringen.no/no/tema/plan-bygg-og-eiendom/plan_bygningsloven/planlegging/veiledning/digitalisering_planprosesser/romlige_arealplaner/id2576032/
- Rischmoller, L., Reed, D., Khanzode, A., & Fischer, M. (2018). Integration enabled by virtual design & construction as a lean implementation strategy. *Proc. 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), González, V.A. (ed.)*, (ss. 240-249). Chennai, India.
- Samferdselsdepartementet. (2012). *Effektivisering av planprosessene i store samferdselsprosjekter*. Hentet fra https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/sd/vedlegg/rapporter_og_planer/2012/effektiveplanprosesserapril2012.pdf
- Samferdselsdepartementet. (2021, mars 19). *Nasjonal Transportplan 2022-2033*. Hentet fra regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/contentassets/fab417af0b8e4b5694591450f7dc6969/no/pdfs/stm202020210020000dddpdfs.pdf>
- Stanford University. (u.d.). *cife.stanford.edu*. Hentet fra About Us: <https://cife.stanford.edu/about/about-us>

- Statens Vegvesen. (2018, April 3). *Handlingsprogram 2018-2023 (2029)*. Hentet fra Vegvesen.no: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/fokusomrader/nasjonal-transportplan-ntp/handlingsprogrammet/handlingsprogram-2018-2023.pdf>
- Statens Vegvesen. (2021, November 10). Maldokument byggekontrakt - Over EØS-terskelverdi - NS 8407 - Konkurransen med forhandling. Norge.
- Statens Vegvesen. (2021, mai 5). *Om håndbøkene*. Hentet fra Statens Vegvesen: <https://www.vegvesen.no/nn/fag/publikasjoner/handboker/om-handbokene/>
- Statens Vegvesen. (2021, Januar). Styring av vegprosjekter Håndbok R760. Lillehammer, Norge.
- Statens Vegvesen. (2022, Mars 14). *E39 Bokn-Hope*. Hentet fra Vegvesen.no: <https://www.vegvesen.no/nn/vegprosjekt/europaveg/e39boknstord/>
- Statens Vegvesen. (2022). *Vegvesen.no*. Hentet fra E39 Bokn - Hope: <https://storymaps.arcgis.com/stories/c4ed292995cd4f84a73e2cc6d53099e2>
- Statens Vegvesen. (u.d.). *Hva er modellbaserte veiprosjekter?* Hentet fra Vegvesen.no: <https://www.vegvesen.no/nn/fag/veg-og-gate/planlegging-prosjektering-og-grunnerverv/prosjektering/modellbaserte-vegprosjekter/>
- Statens Vegvesen. (u.d.). *Håndbok V770 Modellgrunnlag: Orientering om håndbok V770 Modellgrunnlag*. Hentet fra Vegvesen.no: <https://www.vegvesen.no/nn/fag/veg-og-gate/planlegging-prosjektering-og-grunnerverv/prosjektering/modellbaserte-vegprosjekter/handbok-v770-modellgrunnlag/>
- Statens Vegvesen. (u.d.). *Konseptvalgutredning (KVU) og KS1*. Hentet fra Vegvesen.no: <https://www.vegvesen.no/nn/fag/veg-og-gate/planlegging-prosjektering-og-grunnerverv/planlegging/konseptvalgutredninger-kvu-og-ks1/>
- Statens Vegvesen. (u.d.). *Planlegging i Statens vegvesen*. Hentet fra vegvesen.no: <https://www.vegvesen.no/nn/fag/veg-og-gate/planlegging-prosjektering-og-grunnerverv/planlegging/>
- SurveyMonkey. (u.d.). *SurveyMonkey.com*. Hentet fra Sample size calculator: https://www.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/?ut_source=mp&ut_source2=what-is-the-difference-between-a-response-rate-and-a-completion-rate&ut_source3=inline
- Syltern, M. T. (2015). *Modellbaserte prosjekt, fra prosjektering*. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Institutt for bygg, anlegg og transport.

- Thorsen, T. S. (u.d.). *Modellbaserte vegprosjekter*. Hentet fra Vegvesen.no:
<https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/veg-og-gate/prosjektering-r700-v770/v770-generell-info.pdf>
- Tveiten, T. (2016). *Veileder – Samtidig prosjektering*. Vianova Plan og Trafikk.
- Westgaard, H., Arge, K., & Moe, K. (2010). *Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse*. Oslo: Byggekostnadsprogrammet og Arkitektbedriftene.
- Wikipedia. (2021, Oktober 21). *Wikipedia*. Hentet fra Strømlinjeformet produksjon:
https://no.wikipedia.org/wiki/Str%C3%B8mlinjeformet_produksjon
- Wildenauer, A. A. (2020). Critical Assessment of the Existing, Volume 11, Issue 4, April 2020. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)* (ss. 134-151). IAEME Publication.

Vedlegg

Vedlegg 1: Spørreundersøkelse i prosjekt E39 Bokn - Hope

Vedlegg 2: Samtykkeerklæring

Vedlegg 1: Spørreundersøkelse i prosjekt E39 Bokn - Hope

Obligatoriske felter er merket med stjerne *

Spørreundersøkelse for deltakere i prosjekt E39 Bokn – Hope

Samtykke til å delta *

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «VDC i små prosjekter» og har fått anledning til å stille spørsmål (informasjonsskriv er sendt til deg per epost).

Jeg samtykker også til å delta i spørreundersøkelsen.

Ja

Om spørreundersøkelsen

Denne spørreundersøkelsen handler om din opplevelse av to ulike metoder for prosjektering i samferdselsprosjekter; Virtual Design and Construction (VDC) og den tradisjonelle metoden for prosjektering (sekvensiell prosjektering).

Under er det kort forklart hva som menes med de ulike metodene. Les dette hvis du er litt usikker på hva som menes med de to prosjekteringsmetodene som tas opp her.

NB: Hvis du ikke har kjennskap til VDC-metoden svarer du "vet ikke" på spørsmål relatert til VDC!

VDC-metoden og tradisjonell metode oppsummert (informasjon)

	VDC-prosjektering (integrrert/samtidig prosjektering)		Tradisjonell prosjekteringsmetode (sekvensiell prosjektering)
BIM	Utstrakt bruk av BIM-modeller, gjerne flere dimensjoner «4D» og «5D»-modeller.	VS	Tegningsbasert eller kombinasjon av BIM-modeller og tegninger
Planlegging	Involverende planlegging. Oppstart for disiplinene skjer som regel samtidig.	VS	Prosjektet er gjerne planlagt før prosjektdeltakerne starter opp sitt arbeid. Disipliner involveres ved behov.
Disiplin-integrasjon	Disipliner jobber samtidig og integrert.	VS	Disipliner jobber sekvensielt (etter hverandre) etter en plan og lite integrert.
Disipliner	Disiplininndelinger er mindre tydelige.	VS	Disiplininndelinger er tydelige.
ICE-møter	ICE-møter (evt. «sesjoner») brukes for beslutninger, samtidig prosjektering og «ad-hoc»-møter.	VS	Noe bruk av særmøter for spesielle problemstillinger. Disipliner samhandler, men gjerne rutinemessig og sjeldent.
Prosjekteringsmøter	Prosjekteringsmøter brukes primært til prosjektoppfølgning, ikke prosjektering	VS	Prosjekteringsmøter viktig møtepunkt for disiplinene i prosjektet, men beslutninger settes ofte frem i tid
Kommunikasjon	Effektiv kommunikasjon og ønske om åpenhet og deling	VS	Lite kommunikasjon og vern om egen disiplin
Feil i prosjektering	Feil i prosjekteringen eller avhengigheter oppdages raskt. Man jobber helhetlig og tverrfaglig.	VS	Feil i prosjekteringen eller avhengigheter oppdages gjerne sent. Man jobber isolert og med hvert sitt fag.
Digitale verktøy	Digitale verktøy viktig, slik som «smart board», «big room» og VR-briller for integrert tverrfaglig prosjektering	VS	Færre felles digitale verktøy mellom disipliner
Målinger	Målinger underveis i prosjekteringen og i byggefasen	VS	Ferdig prosjektering ofte viktig og avsluttende milepæl
Leveranse	Leveranser skjer gjerne som én modell	VS	Leveranse ofte som tegninger, men modeller er også blitt mer vanlig
Byggefasen	Fokus på byggefasen. Prosjekteringen trenger ikke være ferdigstilt før bygging starter. VDC fortsetter inn i byggefasen.	VS	Prosjekteringsgrunnlaget skal ofte være ferdig før bygging starter
Livssyklus	Fokus på livssyklus (drift, vedlikehold og avvikling)	VS	Mindre fokus på livssyklus

Kilder: (Westgaard, Arge, & Moe, 2010), (Tveiten, 2016) og (Rambøll, u.d.)

Bibliografi

Rambøll. (u.d.). *BIM-Guide Definisjoner*. Hentet fra Rambølls kvalitetssystem

Tveiten, T. (2016). *Veileder – Samtidig prosjektering*. Vianova Plan og Trafikk.

Westgaard, H., Arge, K., & Moe, K. (2010). *Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse*. Oslo: Byggekostnadsprogrammet og Arkitektbedriftene.

Prosjektstørrelse (informasjon)

Rambøll rangerer prosjekter i størrelse etter retningslinjen «project level rating».

I denne spørreundersøkelsen er definisjonen på små og store prosjekter definert til større eller mindre enn 15 millioner NOK i honorarer.

Små prosjekter < 15 millioner NOK i honorarer

Store prosjekter > 15 millioner NOK i honorarer

Beløpene er cirka. Hvis du er usikker på verdien av honorarene i prosjektet gjør man en vurdering.

Informasjon om intervjuobjektet

Hvilken organisasjon tilhører du? *

- Byggherre (Statens Vegvesen)
- Rådgiver (Rambøll)
- Underleverandør

Hvilken rolle har du oftest i prosjekter? (velg det som passer best) *

- Medarbeider
- Fagansvarlig / Teamleder (også assisterende)
- Disiplinleder (også assisterende)
- Oppdragsleder / Prosjektleder / Planleggingsleder (også assisterende)
- Andre støttefunksjoner
- Annet

Hva er din alder? *

- 20-29 år
- 30-39 år
- 40-49 år
- 50-59 år
- 60-69 år
- 70 eller eldre
- Jeg ønsker ikke å svare på dette

Hvilken utdanning har du (velg høyeste grad)? *

- Fagbrev
- Fagskole
- Bachelorgrad
- Mastergrad
- Doktorgrad
- Annet

Hvilket fagområde jobber du med primært (eksempelvis vegplanlegging, ytre miljø, geoteknikk etc.) *

Opplæring og erfaring med VDC (Virtual Design and Construction)

Spørsmål som dreier seg om din erfaring med bruk av VDC og hvilken opplæring du har fått

Har du kurs eller sertifisering i VDC? *

- Ingen kurs eller sertifisering
- Kurs uten studiepoeng
- Kurs/fag med studiepoeng
- Sertifisering i VDC
- Både kurs og sertifisering
- Annet

Har du deltatt i ICE-møter i prosjekt E39 Bokn – Hope? *

- Ja
- Nei
- Vet ikke

Hvilken erfaring har du fra store prosjekter (honorar større enn ca. 15 millioner NOK) ekskludert E39 Bokn – Hope? *

Svar det som passer best

- Ingen erfaring fra store prosjekter
- Erfaring med 1 stort prosjekt
- Erfaring med 2-3 store prosjekter
- Erfaring med 4-5 store prosjekter
- Erfaring med 6-10 store prosjekter
- Erfaring med flere enn 10 store prosjekter

Hvilken erfaring har du med bruk av VDC i store prosjekter (honorar større enn ca. 15 millioner NOK) ekskludert E39 Bokn – Hope? *

- Ingen erfaring med bruk av VDC i store prosjekter
- Erfaring med VDC i 1 stort prosjekt
- Erfaring med VDC i 2-3 store prosjekter
- Erfaring med VDC i 4-5 store prosjekter
- Erfaring med VDC i 6-10 store prosjekter
- Erfaring med VDC i flere enn 10 store prosjekter

Hvilken erfaring har du fra små prosjekter (honorar mindre enn ca. 15 millioner NOK)? *

- Ingen erfaring fra små prosjekter
- Erfaring med 1-10 små prosjekter
- Erfaring med flere enn 10 små prosjekter
- Erfaring med flere enn 20 små prosjekter
- Erfaring med flere enn 30 små prosjekter
- Erfaring med flere enn 40 små prosjekter

Hvilken erfaring har du med bruk av VDC i små prosjekter (honorar mindre enn ca. 15 millioner NOK)? *

- Ingen erfaring med bruk av VDC i små prosjekter
- Erfaring med VDC i 1 lite prosjekt
- Erfaring med VDC i 2-3 små prosjekter
- Erfaring med VDC i 4-5 små prosjekter
- Erfaring med VDC i 6-10 små prosjekter
- Erfaring med VDC i flere enn 10 små prosjekter

Hvilke av disse verktøyene/metodene relatert til VDC har du erfaring med? (inkludert i prosjekt E39 Bokn - Hope) *

- ICE-møter (samtidig prosjektering)
- Teams (digitale møter)
- Big room / interaktive rom
- Smart board / smarttavler (for eksempel «MIRO», fysisk og digitalt)
- Lappeplanlegging (fysisk og digitalt)
- Oppgavehåndtering/styring (for eksempel «JIRA»)
- BIM-modell (bygninginformasjonsmodell/3D-modell)
- 4D-modell (tid) eller 5D-modell (kostnad)
- Involverende planlegging
- Virtual Reality verktøy (slik som VR-briller)
- Lean construction
- Prosjektmålinger / «metrics»

Føler du at du har tilstrekkelig med opplæring i de digitale verktøy som brukes i forbindelse med VDC-metodikken? *

- Ja
- Nei
- Vet ikke

Føler du at arbeidsgiver har gitt deg tilstrekkelig med opplæring i VDC-metodikken? *

- Ja
- Nei
- Vet ikke

Er det noe du ønsker legge til i forbindelse med opplæring og erfaring med VDC?

 Sideskift

Side 2

Obligatoriske felter er merket med stjerne *

Din opplevelse av VDC i prosjekter

Spørsmål som dreier seg rundt hvordan du opplever å bruke VDC i prosjekter (både små og store prosjekter) inkludert også fra E39 Bokn - Hope

«Jeg opplever ICE-møter som ubehagelige» *

«Jeg opplever at ICE-møtene er for lange» *

«Jeg opplever at VDC-metoden øker min arbeidsbelastning» *

«Jeg opplever at bruken av BIM-modell er viktig for mitt arbeid» *

Er det noe du ønsker legge til i forbindelse med din opplevelse av VDC?

 Sideskift

Side 3

Obligatoriske felter er merket med stjerne *

Erfaring fra prosjekter med tradisjonell prosjekteringsmetode

Spørsmål som dreier seg om hvordan du opplever prosjekter hvor det brukes en tradisjonell metode for prosjektering (sekvensiell prosjektering).

Er det noe du ønsker legge til i forbindelse med VDC i små prosjekter?

 Sideskift

Side 5

Obligatoriske felt er merket med stjerne *

Avsluttende spørsmål

Hvilken arbeidsform passer best for deg? (velg det som passer best *)

- Isolert (jeg liker å jobbe for meg selv)
- Samhandlende (jeg liker å jobbe for meg selv og når det er nødvendig sammen med andre disipliner)
- Integret (jeg liker å jobbe tett og integret sammen med andre disipliner)
- Annet

Hvilken metode for prosjektering opplever du som den beste for deg (svar det som passer best)? *

- Tradisjonell metode (sekvensiell prosjektering)
- VDC-metoden
- En kombinasjon av disse metodene
- Annet

Er det noe du ønsker legge til i forbindelse med avsluttende spørsmål eller andre ting du ønsker å dele?

Vedlegg 2: Samtykkeerklæring

Vil du delta i forskningsprosjektet

”VDC i små prosjekter”?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å vurdere om prosjekteringsmetoden VDC (Virtual Design and Construction) egner seg i små samferdselsprosjekter. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med spørreundersøkelsen er å vurdere om prosjekteringsmetoden VDC (Virtual Design and Construction) egner seg i små samferdselsprosjekter.

Prosjektet inngår som en del av mastergradsoppgaven for Ingard Jensen.

I mastergradsoppgaven vurderes følgende forskningsspørsmål;

FS: Hvilke kunnskaper (metode og teknisk) kreves av medarbeiderne i små prosjekter for god VDC-gjennomføring?

FS: Hvilke roller bør defineres for små prosjekter som benytter VDC-metoden?

FS: Hvilke tekniske minstekrav må være til stedet for god gjennomføring av VDC?

FS: Kan ICE-møter gjennomføres i digitale møter på en tilfredsstillende måte og oppnår man de samme effektene som ved fysiske møter?

FS: Hvilke rutiner bør ligge som minstekrav for VDC i små prosjekter?

FS: Hvordan bør små prosjekter måles slik at man oppnår de ønskede effektene av VDC-metoden?

FS: Hvilke forskjeller er karakteristiske for små og store prosjekter og hvordan kan det påvirke gjennomføring av VDC?

FS: Hvordan påvirker størrelsen på prosjekter valget av prosjekteringsmetode?

FS: Hvilke effekter forventer man av å introdusere VDC i små vegprosjekter?

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Eilif Hjeltnes ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du er valgt fordi du jobber i prosjekt E39 Bokn – Hope og er en del av et representativt utvalg av en bred sammensatt gruppe medarbeidere.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du fyller ut et spørreskjema. Det vil ta deg ca. 15-20 minutter. Spørreskjemaet inneholder spørsmål om hvordan du opplever prosjekter som benytter en tradisjonell sekvensiell metode for prosjektering og VDC som metode for prosjektering.

Dine svar fra spørreskjemaet blir registrert elektronisk i systemet som NTNU bruker for spørreundersøkelser.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket

tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. 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.

Ingard Jensen (student) og Eilif Hjelseth (veileder) vil ha tilgang til dataene så lenge studien pågår.

I presentasjonen av studien vil ikke deltakerne kunne identifiseres.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er ca. 1. juni 2022.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til 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:

- Ingard Jensen (student)
ingard.jensen@ramboll.no
99754164

eller

- Eilif Hjelseth (veileder)
eilif.hjelseth@ntnu.no
95266100
- Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:
NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Eilif Hjelseth
Veileder

Ingard Jensen
Student

(samtykket skjer i spørreskjemaet som første spørsmål)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *VDC i små prosjekter*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til å delta i spørreundersøkelsen.

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

