

Kompleksitet i jernbaneprosjekter

Rammeverk og veileder for kartlegging og analyse

Helene Lien Mjøsund

Master i produktutvikling og produksjon

Innlevert: juni 2018

Hovedveileder: Jørn Vatn, MTP

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for maskinteknikk og produksjon

Forord

Dette er en masteroppgave skrevet våren 2018 på Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Institutt for maskinteknikk og produksjon (MTP). Denne rapporten oppsummerer arbeidet som er gjort i forbindelse med spesialiseringsprosjektet i emnet TPK4920 Prosjekt- og kvalitetsledelse og teller 30 studiepoeng. Oppgaven er utformet og gjennomført i samarbeid med Bane NOR, og omhandler kartlegging av kompleksitet i jernbaneprosjekter.

Jeg vil utrette en takk til min veileder professor Jørn Vatn ved Institutt for maskinteknikk og produksjon for god veiledning gjennom hele prosessen. Og en takk til medveileder Martin Sund i Bane NOR, for god faglig rådgivning og for å sette meg i kontakt med relevante informanter til intervjuene. I tillegg ønsker jeg å takke Bane NOR for samarbeidet og at de har tilrettelagt med kontorplass og annet utstyr. Og en takk til informantene i Bane NOR som stilte opp. Det har vært spennende å jobbe med dagsaktuelle problemstillinger, og jeg setter stor pris på muligheten jeg har fått gjennom samarbeid med Bane NOR.

Til slutt er det noen flere personer som fortjener en ekstra anerkjennelse. En takk til kjæresten min Finn Ivar for korrekturlesing, men aller mest for motivering til arbeid gjennom dette halvåret. Min pappa Hallgeir for korrekturlesing. Og en spesiell takk til mamma Nina som har kommet med verdifulle tilbakemeldinger og innspill, mye hjelp i oppbygning og strukturering av oppgaven, og korrekturlesing.

Lier, 10.06.2018

Helene Lien Mjøsund

Sammendrag

I Bane NOR, som i resten av bygg- og anleggsbransjen, gjennomføres arbeid i stadig større grad gjennom prosjekterorganisering og prosjektene blir stadig mer komplekse. Det er større grad av mangfold i type elementer, og det oppstår gjensidig avhengighet mellom stadig flere elementer i prosjektene. Dermed er det et behov i Bane NOR for retningslinjer for hvordan kompleksitet kan kartlegges og håndteres, slik at de negative effektene blir minst mulig. Etter avtale med Bane NOR skal det gjennom denne masteroppgaven utarbeides en veileder for kartlegging av kompleksitet i Bane NORs prosjekter.

Fordelen med denne veilederen, sammenlignet med andre rammeverk og retningslinjer, er at den er utviklet spesielt for jernbane og inkluderer erfaringer fra norsk ekspertise, samt at den har en praktisk tilnærming slik at den straks kan tas i bruk som et hjelpemiddel til prosjektstyring i Bane NOR. Veilederen er en frittstående del av masteroppgaven. Den inneholder tilstrekkelig informasjon om kartleggingen slik at det ikke er nødvendig for brukere å lese masteroppgaven for å ta veilederen i bruk.

For å ha et teoretisk og erfaringsbasert grunnlag for utvikling av veilederen ble en kvalitativ tilnærming valgt. Først ble en litteraturstudie gjennomført for å få oversikt over eksisterende kunnskap om kompleksitet i prosjekter. Tre artikler inklusiv deres rammeverk med relevans for utvikling av en Bane NOR-veileder, ble identifisert. De tre rammeverkene har utgjort det teoretiske grunnlaget, og har vært viktig inspirasjon i oppbygning og strukturering av veilederen. Videre ble det gjennomført dybdeintervjuer med prosjektledere og prosjektstyrere i Bane NOR for å undersøke deres erfaringer med kompleksitet. Den transkriberte teksten fra intervjuene ble analysert ved hjelp av stegvis-deduktiv induktiv metode og funnene ble sett i sammenheng med de tre identifiserte rammeverkene. Disse to delstudiene styrket veilederens relevans og pålitelighet, ved at rammeverkene ga tilgang til teoretisk kunnskap som ble underbygget av norske erfaringer fra jernbanebransjen.

For å avgjøre hvilke momenter som burde inngå i veilederen ble de kilder til kompleksitet informantene beskrev, vurdert i forhold til hvilke kategorier fra de tre rammeverkene de passet inn i. Den første kategorien i veilederen er teknologisk kompleksitet som består av underkategoriene oppgave, erfaring og teknologisk usikkerhet. Den andre kategorien, organisatorisk kompleksitet, omfatter underkategoriene størrelse, dynamikk, prosjektstyring og -ledelse, intensitet, anleggsområde, ressurser og organisatorisk usikkerhet. Den tredje og siste kategorien, kompleksitet fra omgivelsene, består av underkategoriene kontekst, interesser og usikkerhet i omgivelsene. Videre har hver av underkategoriene flere karakteristikk som inngår i kartleggingen.

Bane NORs veileder inneholder først en kort innføring i kompleksitet og forklaring av hvordan veilederen bør brukes i praksis. Det er lagt ved en mer inngående beskrivelse av hver kategori og underkategori. Selve kartleggingen foregår ved en systematisk gjennomgang og vurdering av hvilke av de angitte karakteristikkene som er aktuelle i gjeldende prosjekt. Tilhørende hver av karakteristikkene er det også et spørsmål, som skal gi klarhet i hva som etterspørres og som skal bidra til refleksjon. Ved noen av karakteristikkene er det angitt forslag til tiltak. Dette er ment som eksempler, da hvilke tiltak som gir størst gevinst avhenger av spesifikke faktorer og forhold i det enkelte prosjekt. Veilederen er fleksibel noe som gjør at endringer og forbedringer kan implementeres i ettertid. En evaluering av kategorier og karakteristikk bør gjøres etter en tids bruk. Tiltak for håndtering av kompleksitet må også utvikles videre.

Summary

At Bane NOR, the state-owned company responsible for the Norwegian railway infrastructure, as well as in other engineering industries, activities are increasingly performed through project-based processes. The content and work to be performed in projects are characterized as more complex. There seems to be a large degree of variety and interdependency between elements in railway projects. In this situation there is a need for guidelines to consider and handle project complexity and thereby reduce the possible negative effects of complexity. As requested by Bane NOR, the aim of this master's thesis is to develop a guide for assessment of sources to complexity in railway infrastructure projects.

The guide is developed especially for railway projects and includes experiences from Norwegian expertise. The guide is developed aiming to hold a practical approach. It is ready to be implemented to assist project management in Bane NOR. The guide is an independent part of this thesis. The guide contains instructions for use, as well as sufficient information about complexity to apply the guide in practice without reading the whole thesis.

A qualitative approach was applied in the study. First a literature study was conducted to achieve an overview over existing literature on project complexity. Three studies including frameworks relevant for the development of a guide for Bane NOR were identified. These three frameworks gave a theoretical foundation and have been important inspiration to develop the structure of the guide. Further, six in-depth interviews with project managers from Bane NOR were conducted, aiming to explore their experiences with complexity in railway projects. The dialogues were transcribed to text, which was analysed with a stepwise deductive inductive method, and the findings were seen in relation to the three identified frameworks. These two parts of the study together strengthened the relevance and reliability of the study, by combining theoretical knowledge and experiences from the Norwegian railway industry.

The guide contains three categories. The first category is technological complexity which includes the following subcategories; the task, experience and technological uncertainty. The second category is organizational complexity, and encompasses the subcategories; size, dynamics, project governance and management, pace, construction site, resources and organizational uncertainty. The third and last category, is environmental complexity that consists of the subcategories; context, stakeholders and uncertainty in the environment. Further, the sub-categories encompasses characteristics, all together 56 characteristics to be considered in the assessment.

The Bane NOR guide first includes a brief introduction to complexity and an explanation on how to use the guide. There is also attached a more thorough explanation of each category and subcategory. The actual assessment takes place by a systematic consideration of the characteristics and an assessment of the characteristics relevant to the current project. Each characteristic has an associated question aiming to clarify the content and to promote reflection. Added to some of the characteristics there are proposed some activities or interventions. These are only examples, as a closer investigation is needed to decide which action is most effective in the current project due to specific factors and circumstances in each project. The guide is flexible and improvements should be implemented in the future. An evaluation of categories and characteristics should be conducted after the guide has been used in practice for a while. Interventions to handle complexity will also need further developments.

Innhold

Forord	i
Sammendrag	iii
Summary	v
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn for oppgaven	1
1.2 Formål med studien	2
1.2.1 Problemstilling	3
1.3 Forklaring av enkelte begreper	3
1.4 Oppgavens disposisjon	3
2 Kompleksitet i prosjekter	5
2.1 Bakgrunn	5
2.1.1 Kilder til kompleksitet	6
2.2 Hva inngår i uttrykket kompleksitet	6
2.2.1 Definisjon for kompleksitet	6
2.2.2 Komplekst og komplisert	7
2.2.3 Kompleksitet og usikkerhet	8
3 Metode	9
3.1 Kvalitativ metode	9
3.1.1 Bakgrunn for valgt metode	10
3.2 Innsamling av forskningsdata	10
3.2.1 Litteratursøk og -studie	10
3.2.2 Intervjuer	11
3.3 Dataanalyse og tolkning: SDI-metoden	13
3.3.1 Teoretisk grunnlag for den deduktive prosessen	13
3.3.2 Stegene i det induktive analysearbeidet	15
3.4 Kvalitet i kvalitative studier	16
3.4.1 Pålitelighet	16
3.4.2 Gyldighet og relevans	18
3.4.3 Generaliserbarhet	18

4	Utvalgte studier og deres rammeverk	19
4.1	Rammeverk 1: Geraldi mfl. (2011)	19
4.1.1	Strukturell kompleksitet	20
4.1.2	Usikkerhet	20
4.1.3	Dynamikk	20
4.1.4	Intensitet	21
4.1.5	Organisasjonspolitisk kompleksitet	21
4.2	Rammeverk 2: Bosch-Rekveltdt mfl. (2011)	21
4.2.1	Teknologisk kompleksitet	22
4.2.2	Organisatorisk kompleksitet	22
4.2.3	Omgivelser	23
4.3	Rammeverk 3: Chapman (2016)	23
4.3.1	Finansiering	23
4.3.2	Kontekst	24
4.3.3	Prosjektstyring og -ledelse	24
4.3.4	Lokasjon	24
4.3.5	Prosjektets oppgave og formål	24
4.3.6	Leveranse	25
5	Funn fra intervjuene	27
5.1	Forståelse av begrepet kompleksitet	27
5.2	Kompleksitet og usikkerhet	29
5.3	Prosjektplanlegging og -styring	30
5.3.1	Planlegging langt frem i tid	30
5.3.2	Produksjonsplanlegging	31
5.3.3	Planlegger med slakk	32
5.3.4	Prosjektstyring og -ledelse	32
5.4	Dynamikk	33
5.5	Lokasjon og eksisterende infrastruktur	34
5.6	Faglig kompetanse og personell	35
5.6.1	Tilgang til nok fagpersoner med riktig kompetanse til rett tid	35
5.6.2	Erfaring og kompetanse	36
5.7	Entreprenører	38
5.8	Interessenter	39
6	Diskusjon	41
6.1	Definisjon eller forklaring?	41
6.1.1	Tilsvareer komplisert, vanskelig og utfordrende noe komplekst?	42
6.2	Oppbygning og innhold i veilederen	43
6.2.1	Struktur	43
6.2.2	Hvilke kilder inngår i Bane NORs veileder	44
6.2.3	Håndtere kompleksitet	48
6.3	Begrensninger	49

7	Veileder for kartlegging av kilder til kompleksitet i prosjekter	51
7.1	Introduksjon	51
7.1.1	Kompleksitet - hva er det?	51
7.1.2	Hvorfor kartlegge kompleksitet i prosjekter?	52
7.2	Veileder med kategorier og karakteristikk	52
7.2.1	Hvordan bruke veilederen	52
7.3	Beskrivelse av kategorier og underkategorier	60
7.3.1	Teknologisk kompleksitet	60
7.3.2	Organisatorisk kompleksitet	61
7.3.3	Kompleksitet fra omgivelsene	63
8	Konklusjon og videre arbeid	65
8.1	Videre arbeid	66
	Kildehenvisning	67
	Vedlegg	I
A	Intervjuguide	I

Kapittel 1

Innledning

I dette kapittelet presenteres først bakgrunn for teamet kompleksitet i jernbaneprosjekter. Deretter presenteres formålet med oppgaven og problemstillingen som ønskes belyst. Avslutningsvis forklares enkelte begreper samt oppgavens disposisjon.

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Bygg- og anleggsbransjen har de siste tiårene fått en mer prosjektrettet arbeidsform (Chapman 2016). Det er et problem at prosjekter ofte overskrider kostnads- og tidsbudsjett (Chapman 2016). En parallell utvikling er at verden og prosjekter blir stadig mer komplekse (Geraldi mfl. 2011). Det er større grad av mangfold i type elementer, og det er gjensidig avhengighet mellom stadig flere elementer i prosjekter. Jernbane er et godt eksempel på et komplekst system. Hver enkelt komponent er enkel i sin utforming og funksjon, men når alle komponentene skal samhandle og fungere samtidig, blir systemet komplekst. Ved tilstedeværelse av kompleksitet vil endringer i komponenter og oppgaver i prosjektet få større ringvirkninger og effekter som det kan være vanskelig å forutse.

I Norge har det statlige foretaket Bane NOR ansvar for den nasjonale jernbaneinfrastrukturen. Bane NORs ansvarsområder er blant annet å planlegge og bygge ny jernbaneinfrastruktur, og forvalte, drifte og vedlikeholde eksisterende infrastruktur, samt fornye det nasjonale jernbanenettet (Bane NOR 2018). Utbygging og forvaltning av jernbaneinfrastruktur er et tema de fleste i den norske befolkningen har en mening om. Det er mange som reiser daglig med jernbane, og deres hverdag påvirkes av hvordan og hvor effektivt jernbaneinfrastrukturen driftes, vedlikeholdes og fornyes. Det er i all hovedsak staten, altså skattebetalerne, som finansierer jernbaneutbygging, vedlikehold og mye av driften. Derfor vil det være i alles interesse at jernbaneinfrastrukturen bygges og forvaltes på en effektiv måte. Det er mange interesser og oppfatninger om jernbane, både fra offentligheten og politisk hold, på grunn av prosjektenes høye kostnader og deres innvirkning på omgivelsene, økologi, økonomi, nabolag og eiendomsinteresser.

I følge medveileder fra Bane NOR har de opplevd økende grad av kompleksitet i sine prosjekter de siste årene. Medveileder tok dette opp som en utfordring. Gjennom diskusjoner kom vi frem til at Bane NOR kunne ha nytte av en form for retningslinje for å vurdere kompleksitet i deres prosjekter. Hvordan dette kunne utvikles og utføres burde

undersøkes nærmere. Ved å kartlegge og vurdere kompleksitet i prosjektene, kan man trolig bedre tilpasse prosjektstyringen, slik at sannsynligheten for tids- og kostnadsoverskridelser reduseres.

Det er utarbeidet flere rammeverk for kartlegging av kompleksitet generelt i prosjekter. Imidlertid finnes det mindre kunnskap spesifikt for jernbaneprosjekter, og det påpekes at kilder til kompleksitet i prosjekter vil avhenge av flere faktorer, blant annet hvilken bransje prosjektet tilhører (Bosch-Rekveldt mfl. 2011; Chapman 2016). Chapman (2016) beskriver hvordan jernbaneinfrastruktur er unik gjennom elementenes dynamiske egenskaper. I jernbaneinfrastruktur finnes en stor grad av gjensidig avhengighet mellom komponenter (Chapman 2016). I prosjekter vil det derfor være strenge krav til rekkefølgen av arbeidsoppgaver og koblinger mellom komponenter kan gi uforutsette virkninger, denne prosessen intensiveres ofte gjennom tidspress i prosjektene (Williams 2005). Jernbane har særpreg som kan gi andre kilder til kompleksitet enn prosjekter som gjennomføres innen andre bransjer som oljeindustrien, bygningsbransjen eller prosjekter i helsevesenet. Generelle rammeverket vil derfor trolig ikke være direkte overførbare til norske jernbaneprosjekter.

I tillegg vil samfunnsstrukturen, finansieringssystemet og andre kontekstuelle forhold spille inn Chapman (2016). Et rammeverk eller en veileder spesielt tilpasset norske jernbaneprosjekter vil trolig være mer aktuell og nyttig i bruk, fordi den inneholder relevante momenter for de norske omgivelsene og jernbanefaglige forhold. Dette gir et behov for å fremskaffe oversikt over eksisterende kunnskap og erfaringer med kompleksitet for å kunne utvikle en veileder for kartlegging av kompleksitet i Bane NORs prosjekter, tilpasset fagspesifikke og kontekstuelle forhold for anvendelse i jernbaneprosjekter i Norge.

1.2 Formål med studien

Formålet med denne studien er å utvikle en veileder for kartlegging av kilder til kompleksitet som Bane NOR kan bruke i arbeidet med prosjektplanlegging og -styring av sine prosjekter. Målet er at anvendelse av veilederen kan gi et informasjonsgrunnlag ved beslutninger, og identifisere hvor kilder til kompleksitet er. Veilederen skal også kunne bidra med noen forslag til tiltak for håndtering av kilder til kompleksitet. For at veilederen skal ha et teoretisk grunnlag vil det gjennomføres en litteraturstudie for å finne rammeverk som er relevant for utvikling av en Bane NOR-veileder. For å sikre at veilederen får en praktisk tilnærming og blir aktuell for Bane NORs utfordringer skal det undersøkes hvordan prosjektledere og prosjektstyrere i Bane NOR opplever kompleksitet i prosjekter. Slik kan det sikres at veilederen blir relevant for Bane NOR, og at bruk av en slik veileder oppleves nyttig for de ansatte.

Brukerne av veilederen er først og fremst prosjektledere- og styrere ansatt i Bane NOR. I tillegg vil entreprenører i prosjektene kunne ha nytte av tilgang til resultatene av kartleggingen. Det er entreprenører som står får utførelsen i Bane NORs prosjekter, og dermed vil også de ha nytte av å vite hvilke potensielle problemer og utfordringer som er avdekket i det aktuelle prosjektet.

1.2.1 Problemstilling

For å utvikle en veileder for kartlegging av kompleksitet i Bane NORs jernbaneprosjekter basert på både teori og erfaring hos Bane NOR-ansatte, vil følgende forskningsspørsmål guide prosessen:

1. Hvilke studier med tilhørende rammeverk er relevant for en veileder?
2. Hvordan erfarer prosjektledere og prosjektstyrere i Bane NOR kompleksitet?
3. Hvordan kan en veileder struktureres?
4. Hvilke momenter bør inngå i en veileder for kartlegging av kompleksitet?

1.3 Forklaring av enkelte begreper

Prosjektleder er byggherrens representant for kontrakten og har ansvar for å lede prosjektgruppen. Prosjektleder er ansvarlig for blant annet prosjektets økonomi, fremdrift, kvalitet, HMS og øvrige driftsrelaterte forhold.¹

Prosjektstyrer er prosjektleders høyre hånd og bistår prosjektleder med styring og oppfølging av prosjekter, blant annet med økonomi, utredninger, fremdriftsstyring, risikostyring, rapportering og beslutningsstøtte.¹

Rammeverk er en oppbygd struktur som forener en serie av variabler hentet fra litteratur og empiri, samt beskrive kilder til kompleksitet som potensielt kan påvirke utførelse og ytelse i prosjektet (Chapman 2016).

Veileder omtaler og beskriver et fagområde, en veileder kan inneholde én eller flere retningslinjer for håndtering av spesifikke tilfeller innenfor et fagområde. Hele denne oppgaven anses som et rammeverk, mens kapittel 7 er en veileder.

1.4 Oppgavens disposisjon

Kapittel en introduserer bakgrunn og formål for arbeidet og problemstilling med tilhørende forskningsspørsmål. I kapittel to gis det generelle teoretiske grunnlaget for studien med en introduksjon til kompleksitet og andre studier. Deretter beskrives metoden som er anvendt i denne studien. For å gi leseren et utvidet teoretisk grunnlag er tre rammeverk grundig presentert i kapittel fire, disse har vært viktige i oppbygningen av Bane NORs veileder. For å gi innsikt i hva som kom frem i intervjuene, er sitater fra intervjuene også presentert i et eget kapittel, kapittel fem. Videre diskuteres funnene fra intervjuene og rammeverkene og hvordan disse skal inngå i veilederen i kapittel seks. Kapittel syv presenterer veilederen slik den skal fremstå for Bane NORs ansatte. Det skal ikke være nødvendig for brukeren å sette seg inn i mer enn kapittel syv for å ta i bruk veilederen. Avslutningsvis konkluderes det hele i kapittel åtte, hvor det også gis forslag til videre arbeid.

¹Informantene fra Bane NOR er prosjektledere og prosjektstyrere. Forskjellen på de to stillingenes innhold og ansvar er beskrevet av en av informantene.

Kapittel 2

Kompleksitet i prosjekter

Kapittelet gir en introduksjon til begreper og konsepter relatert til kompleksitet i prosjekter. Først gis en beskrivelse av tidligere studier og kompleksitet i prosjekter. Deretter presenteres kilder til kompleksitet som er identifisert over de siste årene, før det til slutt ses på hva som inngår i uttrykket kompleksitet gjennom ulike definisjoner og tilknytning til andre begreper.

2.1 Bakgrunn

Prosjektorganisering benyttes for gjennomføring av arbeidsoppgaver i et økende antall næringer og bransjer (Chapman 2016). Prosjektene blir større og mål, omfang, varighet, kostnad og risiko har vokst de siste årene. På tross av at flere velger prosjektbasert styring av arbeidsoppgaver, beskriver Chapman (2016) at statistikk viser at utførelsen av disse prosjektene kan beskrives som dårlig. Ambisiøse prosjekter blir ofte assosiert med kostnadsoverskridelser, forsinkelser, mangler og dårlig kvalitet. Dette har bidratt til et fokus på metoder som kan redusere usikkerhet, håndtere risiko og gi flere vellykkede prosjekter. Hvordan kompleksitet har påvirket disse prosjektene har de siste årene fått mer oppmerksomhet (Chapman 2016).

Bygg- og anleggsbransjen betraktes av flere som bransjen med de mest komplekse prosjektene (Baccarini 1996; Wood og Ashton 2009). Videre beskriver Wood og Ashton (2009) at bygg- og anleggsbransjen er også den bransjen som har vært dårligst på å håndtere kompleksitet i prosjekter. Når arbeidet som skal gjennomføres er komplekst og krever en utvikling av en løsning før bygging, vil en komplisert løsning gjøre også prosjektet komplekst (Williams 1999). Derfor kan en bedre forståelse av kildene til kompleksitet i bygg- og anleggsprosjekter være av stor betydning for å sikre vellykket utføring og resultat (Wood og Ashton 2009).

Studier viser at kompleksitet har innflytelse i prosjekter, og at kompleksitet er avgjørende for hvordan prosjekter bør ledes og styres (Bosch-Rekveltdt mfl. 2011). Prosjektgrupper og -medarbeidere har ofte en intuitiv forståelse av når et prosjekt er komplekst. Kunnskap om de konkrete årsakene eller kildene til kompleksiteten avhenger i stor grad av individuell erfaring og kompetanse (Dao mfl. 2016b). Kompleksitet har lenge blitt håndtert

som en svart boks med lite fokus på hvilke kilder som faktisk er årsak til kompleksiteten (Bosch-Rekvelde mfl. 2011). Bosch-Rekvelde mfl. (2011) hevder at styring av bygg- og anleggsprosjekter (eng: engineering projects) krever et rammeverk for vurdering av kompleksitet i prosjekter. Et rammeverk for kartlegging av kompleksitet er en oppbygd struktur som forener en serie av variabler hentet fra litteratur og empiri, samt beskriver kilder til kompleksitet som potensielt kan påvirke utførelse og ytelse i prosjektet (Chapman 2016). Et verktøy for å kartlegge og vurdere kompleksiteten i prosjekt kan gi større forståelse for hvordan kompleksitet bør håndteres og styres, og dermed gi bedre prosjektstyring (Geraldi mfl. 2011). Prosjektleder og prosjektgruppe kan få hjelp i strategiske valg av metode og teknologi, i beslutningsprosesser gjennom hele prosjektutførelsen, samt at de på forhånd kan identifisere og lage en strategi for håndtering av potensielle problemer og hendelser før de skjer (Geraldi mfl. 2011).

2.1.1 Kilder til kompleksitet

Innen prosjektarbeid og -styring har det i lang tid vært referert til kompleksitet som en viktig dimensjon. Imidlertid var det først gjennom Baccarini (1996) sitt arbeid at kompleksitet som konsept ble undersøkt nærmere (Geraldi mfl. 2011). Baccarini (1996) sin forståelse av kompleksitet ble knyttet til strukturell kompleksitet. Han hevder at kompleksitet kan bli definert i form av mangfold i prosjektelementene og den gjensidige avhengigheten mellom dem. Deretter identifiserte Williams (1999) usikkerhet som en viktig egenskap ved kompleksitet. Så ble det fokusert mer på dynamikken i den strukturelle kompleksiteten, før Williams (2005) tilførte intensitet (eng: pace) i prosjektet som en kilde til kompleksitet da prosjekter møter stadig strammere tidsrammer. Til slutt ble den organisatoriske delen av et prosjekt også vurdert som en kilde til kompleksitet (Geraldi mfl. 2011). Etter Baccarini (1996) gjorde det første arbeidet med identifisering av kilder til kompleksitet, har det blitt gjennomført utallige studier knyttet til dette. Med ulike vinklinger og innrettelser mot spesifikke fagfelt, er det identifisert mange kilder til kompleksitet. Imidlertid kan det vurderes at alle kilder tar utgangspunkt i strukturelle forhold, organisatoriske forhold og/eller dynamiske forhold (Geraldi mfl. 2011).

2.2 Hva inngår i uttrykket kompleksitet

Uttrykket “et komplekst prosjekt” har etter hvert blitt utbredt og mye brukt om mangt. Imidlertid er det ingen enighet, og dette poengteres i de aller fleste studier, om hva som faktisk inngår i begrepet.

2.2.1 Definisjon for kompleksitet

I litteraturen er det ingen enighet om én definisjon for kompleksitet (Vidal og Marle 2008; Williams 2005; Kermanshachi mfl. 2016; Geraldi mfl. 2011; Bosch-Rekvelde mfl. 2011; Dao mfl. 2016a; Chapman 2016). Kermanshachi mfl. (2016) hevder at det ikke finnes én enkelt fremstilling eller forståelse av kompleksitet, hva det betyr, hvordan det bør måles og hvordan effektene av kompleksitet kan styres. Kompleksitet i prosjekter kan bli forstått

på ulike måter, ikke bare innenfor ulike fagfelt, men også innenfor samme fagfelt (Vidal og Marle 2008). Uavhengig av definisjon, hevder flere at det som gjør et prosjekt komplekst er mer enn at prosjektet er stort (Geraldi mfl. 2011; Rolstadås og Schiefloe 2017). Store norske leksikon (2018) definerer ordet kompleksitet som sammensatthet og mangesidighet.

Baccarini (1996) kom i sin studie frem til at kompleksitet i prosjekter forekommer når:

et prosjekt består av mange forskjellige gjensidig avhengige deler

Dette operasjonaliserer han videre ved hjelp av to begrep; differensiering for å beskrive variasjonen i de ulike elementer i prosjektet, samt gjensidig avhengighet for å beskrive koblingene mellom elementene. Dao mfl. (2016a) vurderte mer enn 30 definisjoner på kompleksitet i sin studie, og sammenstilte disse til én definisjon. I tillegg til å vurdere graden av differensiering og gjensidig avhengighet, vurderes innvirkningen det har på resultatet eller produktet i prosjektet.

Kompleksitet i prosjekter er graden av differensiering av prosjektelementer, gjensidig avhengighet mellom elementene, og påfølgende innvirkning på beslutninger i prosjektet.

Vidal og Marle (2008) gir en enda mer omfattende definisjon, hvor menneskets evner i tillegg til prosjektets målbare egenskaper spiller inn.

Prosjektkompleksitet er elementer som gjør det vanskelig å forstå, forutse og kontrollere prosjektets forløp, selv om det foreligger tilnærmet komplett informasjon om prosjektets elementer. Kompleksitet påvirkes av faktorer relatert til prosjektets størrelse, mangfold, gjensidig avhengighet mellom komponenter og omgivelsene.

2.2.2 Komplekst og komplisert

Chapman (2016) argumenterer for den teoretiske tilnærmingen til kompleksitet og mener det bør skilles mellom kompleksitet og komplisert. Et komplisert prosjekt, selv om det er stort, kan være for det meste “uavhengig”, forståelig og styrt av en organisasjon som i så stor grad er forutsigbar at det går som en klokke. Chapman (2016) beskriver videre at til gjengjeld har et komplekst prosjekt skiftende uforutsigbare politiske, økonomiske og organisatoriske omgivelser med hundrevis, eller til og med tusenvis, av gjensidig avhengige koblinger. Et komplekst prosjekt har interessenter som kan føre til radikale endringer, og som ikke respekterer, og til og med motsetter seg eksisterende beslutninger, planer og tidsrammer, prosedyrer og strategier (Chapman 2016).

Geraldi mfl. (2011) opplevde utfordringer med operasjonalisering av begreper og hvordan betydningen oppfattes ulikt. Blant annet kunne bruk av komplekst og komplisert være forvirrende. Geraldi mfl. (2011) beskriver hvordan prosjektmedarbeidere med sin praktiske tilnærming til kompleksitet, bruker begrepene komplekst og komplisert nærmest som synonymmer. Der hvor de bruker begrepet komplekst for å beskrive aspekter ved deres arbeid, vil de som argumenterer for den teoretiske tilnærmingen til kompleksitet påstå at aktuelt prosjekt kun er komplisert (Geraldi mfl. 2011). Teoretikerne argumenterer for at de to begrepene bør skilles, at kompleksitet er mer enn noe som er komplisert. Kompleksitet omhandler dynamikk, ikke-linearitet og følgene av gjensidig avhengighet mellom elementene. Hvilket er en mer avgrenset og stringent betydning av begrepet kompleksitet, sammenlignet med den allmenne oppfatningen (Geraldi mfl. 2011). Geraldi mfl. (2011) velger å følge

den allmenne oppfatningen om kompleksitet og komplisert, slik at det omhandler både den bredere og mer generelle, og den teoretiske oppfatningen.

2.2.3 Kompleksitet og usikkerhet

Det er ulike oppfatninger om usikkerhet skal vurderes som en kilde til kompleksitet, eller om det er en separat egenskap i prosjekter. De aller fleste, deriblant Bosch-Rekvelde mfl. (2011), Geraldi mfl. (2011), Thamhain (2013), Qazi mfl. (2016), Chapman (2016), Wood og Ashton (2009) og Rolstadås og Schiefloe (2017) mener at usikkerhet er en viktig kilde til kompleksitet. Qazi mfl. (2016) hevder at hvis kompleksitet og usikkerhet vurderes som to uavhengige konsepter, kan det resultere i en undervurdering av synergieffektene ved karakteristikk og kilder til kompleksitet, og risiko forårsaket av kompleksitet. Dette fører videre til at man ikke velger den beste, men heller en suboptimal, strategi for å håndtere både risiko og kompleksitet i prosjekter (Qazi mfl. 2016). Geraldi mfl. (2011) argumenterer også for at kompleksitet og usikkerhet må ses i sammenheng, da usikkerhet etter hans mening er en viktig kilde til kompleksitet, og de to dermed ikke kan kartlegges og vurderes separat.

Dao mfl. (2016a) peker på at mange bruker usikkerhet for å forklare kompleksitet. Imidlertid er de uenige i denne forståelsen av kompleksitet, da de mener at usikkerhet heller skal assosieres med risiko enn kompleksitet. Vidal og Marle (2008) hevder at usikkerhet ikke er en kilde til kompleksitet, det er heller en negativ konsekvens av kompleksitet i et prosjekt. En av egenskapene til et kompleks prosjekt, er at det ikke kan forstås full ut, og dermed vil det alltid være usikkerhet til stede som følge av dette (Vidal og Marle 2008). (Vidal og Marle 2008) hevder videre at de gjensidige avhengighetene mellom elementene vil forsterke usikkerheten. Hvis det er usikkerhet knyttet til ett av elementene, vil den også forplante seg videre til de andre elementene.

Kapittel 3

Metode

Dette kapittelet inneholder en gjennomgang av metodene som er valgt for å få innsikt i eksisterende relevant teoretisk kunnskap og undersøke erfaringer hos ansatte i Bane NOR. Først gis en introduksjon til kvalitativ metode, og hvorfor den er benyttet i denne studien. Så beskrives hvordan forskningsdata er samlet inn og videre analysert. Til slutt vurderes sikring av kvalitet i studier, og det begrunnes hvordan dette er ivaretatt i denne studien.

Metode er redskapet i møte med noe vi vil undersøke (Halvorsen 2008). Metode beskriver hvordan forskningsdata innsamles, organiseres, bearbeides, analyseres og tolkes (Dalland 2017).

3.1 Kvalitativ metode

Innen samfunnsforskning er kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode to retninger for hvordan fremskaffe eller generere kunnskap (Tjora 2012). Kvalitativ forskningsmetode sikter mot å forstå og beskrive, mens kvantitativ forskningsmetode har som mål å forklare og predikere (Malterud 2011). Videre er det i kvalitativ forskning metode vanlig med nærhet til dem man forsker “på”. Det er en åpen interaksjon mellom forsker og informant, heller enn avstand til respondentene.

Kvalitative metoder er forskningsstrategier for beskrivelse og analyse av karaktertrekk, egenskaper eller kvaliteter ved fenomenet som studeres (Malterud 2011). Kvalitative metoder bygger på teorier om menneskelig erfaring (fenomenologi) og fortolkning (hermeneutikk), og omfatter et bredt spekter av strategier for innsamling, organisering og tolkning av tekstlig materiale (Malterud 2011). Malterud (2011) beskriver at vi bruker kvalitative metoder til å få vite mer om menneskelige egenskaper som erfaringer, opplevelser, tanker, forventninger, motiver og holdninger.

3.1.1 Bakgrunn for valgt metode

Med bakgrunn i gjennomgang av eksisterende litteratur, hvor kunnskap spesifikt for jernbane og norske forhold viste seg å mangle, var en kvalitativ tilnærming relevant for å fremskaffe mer kunnskap om vurdering av kompleksitet. De siste årene har det vært gjennomført flere studier med fokus på kompleksitet i prosjekter (Qazi mfl. 2016). Imidlertid er det få av disse studiene (se kapittel 2) som er utført spesifikt i jernbanebransjen. Briten Chapman (2016) har utviklet et rammeverk med fokus på jernbaneprosjekter basert på erfaringer fra Storbritannia. Nordmennene Rolstadås og Schiefloe (2017) har utviklet et rammeverk for kartlegging av kompleksitet i prosjekter. Rammeverket er ikke spesielt knyttet mot en bransje, men eksemplifiseres ved case fra norsk oljebransje. Kompleksitet er et vidt begrep (se kapittel 2.2), dermed vil kompleksitet sitt særpreg variere fra bransje til bransje. Selv om kompleksitet er utforsket internasjonalt og i Norge, tyder litteratursøket på at kompleksitet ikke tidligere er utforsket innen jernbaneprosjekter i Norge. Det eksisterer heller ingen rutiner eller rammeverk for vurdering av kompleksitet i Bane NOR idag. Derfor er et rammeverk for jernbaneprosjekter i Norge etterspurt og ansatte i Bane NOR vil være hovedbrukere.

3.2 Innsamling av forskningsdata

Målet med innhenting og gjennomgang av forskningsstudier og undersøkelse av erfaringer hos Bane NOR-ansatte, er å sørge for et empirisk grunnlag for å svare på studiens problemstilling. Som grunnlag for analysen skiller det gjerne mellom primærdata og sekundærdata. Primærdata er nye data som samles inn av forskeren selv gjennom bruk av en eller flere datainnsamlingsmetoder (Halvorsen 2008). Sekundærdata er data innsamlet av andre, dette er informasjon som allerede foreligger i en eller annen form, og som er mer eller mindre tilgjengelig (Halvorsen 2008). I denne studien er analysen basert på både primær- og sekundærdata. Primærdataene er samlet inn gjennom intervjuer, mens sekundærdata er samlet inn ved gjennomgang av relevante forskningsstudier. Målet er å samle erfaringer fra ansatte hos Bane NOR som har erfaring med å arbeide i større jernbaneprosjekter. Denne erfaringskunnskapen sammenholdes med eksisterende internasjonale rammeverk for kompleksitet for å utvikle en veileder for vurdering av kompleksitet tilpasset jernbaneprosjekter under norske forhold, altså praktisk tilpasset Bane NOR sine behov.

3.2.1 Litteratursøk og -studie

Litteratursøket foregikk i to etapper. Det første søket ble gjennomført for å få frem generell teori og studier som kunne gi en forståelse for kompleksitet i prosjekter. Det ble gjennomført ved at studier ble identifisert og utvalgt basert på tittel og sammendrag. I starten ble det lagt vekt på at studiene skulle ha fokus på prosjektarbeid og være gjennomført innen for bygg- og anleggsbransjens fagfelt. Men det viste seg at dette var et for snevert søk, dermed ble neste søk utvidet med studier av kompleksitet også fra andre bransjer. Imidlertid var det fortsatt fokus på kompleksitet i prosjekter og prosjektarbeid, ikke kompleksitet som generelt begrep. Totalt ble det valgt ut 24 artikler for mer grundig

gjennomgang. Etter gjennomlesing av alle studiene, ble ti artikler identifisert som mest relevante for denne studiens problemstilling. Disse søkene ble gjennomført tidlig i studien.

Underveis i arbeidet og gjennom intervjuene med ansatte i Bane NOR kom det frem aspekter ved kompleksitet som ikke var berørt i den innsamlede litteraturen. Det ble derfor gjennomført et supplerende søk, fortsatt relatert til kompleksitet i prosjekter, men hvor tverrfaglighet og erfaring også ble inkludert som søkeord. I tillegg til søkeord som er nevnt i avsnittet under, ble følgende engelske uttrykk inkludert: interdisciplinary, multidisciplinary, experience. Det supplerende søket ga ytterligere fem artikler som ble gjennomlest. Tre av disse artiklene ble inkludert i det teoretiske grunnlaget for studien.

I alle søkene ble søkemotoren Oria benyttet. I tillegg ble databasene Engineering Village/Compendex og Scopus/Elsevier brukt i søkene som omhandlet kompleksitet. Søkene ble gjort med både norske og engelske søkeord. Litteratursøkene på norsk for å finne metodelitteratur ga mange aktuelle bøker og artikler. Søkene på norsk som omhandlet kompleksitet i prosjekter ga ingen funn, så søkene som identifiserte relevante studier ble gjennomført med engelske søkeord. Noen av de utvalgte artiklene er skrevet av norske forskere, men da på engelsk. Følgende søkeord ble benyttet i ulike kombinasjoner: complexity, complicated, engineering, project, management, construction, modelling, rail, uncertainty, system.

3.2.2 Intervjuer

Den mest vanlige måten å samle forskningsdata innen kvalitativ forskning er ulike former for intervjuer. Halvorsen (2008) beskriver at dybdeintervjuer er en intervjuvariant der målet er å oppnå en relativt fri samtale som kretser rundt spesifikke temater som forskeren på forhånd har bestemt. Ved å skape en avslappet stemning, og å ha nok tid til rådighet, får informanten tid til å reflektere over egne opplevelser, erfaringer og meninger knyttet til det aktuelle temaet. I dybdeintervjuer benyttes åpne spørsmål som gir informantene mulighet til å beskrive grundig og kunne gå i dybden der de har mye å fortelle (Halvorsen 2008). Når både presentasjon av spørsmål og registrering av svar i et intervju skjer på en systematisk og strukturert måte, gjerne i et skjema, kalles intervjuet strukturert (Halvorsen 2008). Dybdeintervjuer er oftest ustrukturert og kan være guidet av en oversikt eller liste med tentative spørsmål uten faste svaralternativer. Rekkefølgen på spørsmålene er heller ikke viktig. Dybdeintervjuer brukes oftest der man vil studere meninger, holdninger og erfaringer (Halvorsen 2008).

I forskning kan intervjuet betraktes som en intersubjektiv situasjon hvor personen som intervjues er mindre viktig enn teksten som produseres, derfor er det også vanlig å bruke anonymisering (Tjora 2012). Intervjuet er sterkt knyttet til den spesifikke situasjonen det ble gjort i, og det er ikke nødvendigvis hensiktsmessig å la informanten kommentere hele det transkriberte intervjuet i ettertid. Imidlertid kan det være viktig å sjekke med informanten at hovedtrekkene stemmer, at noe vesentlig ikke har blitt misforstått eller utelatt (Tjora 2012).

Det ble planlagt gjennomført seks ustrukturerte dybdeintervjuer med intervjuguide. Ett av intervjuene ble gjennomført over telefon på grunn av geografisk lokasjon. De resterende fem ble gjennomført ved personlige møter i Bane NORs lokaler i Oslo og Drammen. I starten av hvert intervju fikk informantene informasjon om anonymisering av intervjuet

og resultater, og at de ville få tilsendt et skriftlig sammendrag av intervjuet for innspill, slik det er beskrevet i avsnittet under. I tillegg ble de spurt om tillatelse til å bruke lydopptaker under intervjuet. Alle godtok dette.

Intervjuguide

Malterud (2011) hevder at i kvalitative studier er det hverken nødvendig eller ønskelig å standardisere intervjusituasjonen. Tvert imot bør intervjuguiden revideres underveis i feltarbeidet, etter hvert som forskeren lærer mer om hvor fokus bør konsentreres eller tilpasses det enkelte møtet med hver informant (Malterud 2011). Når formålet er å få vite noe vi ikke visste nok om fra før, eller å gjennomføre en samtale som skal bidra til å åpne opp for nye spørsmål angående problemstillingen, er det viktig å ikke gjøre intervjuguiden for detaljert eller følge den slavisk.

En intervjuguide ble utviklet (se vedlegg A), der spørsmålene var utarbeidet med bakgrunn i funn fra litteraturstudiet. Etter tre gjennomførte intervjuer, ble guiden gjennomgått og vurdert i samarbeid med veileder. Intervjuene som var gjennomført så langt ble kort oppsummert og sammenholdt med funn i litteraturen presenterer. Vi diskuterte om svarene ga oss tilstrekkelig med data til å svare på problemstillingen. Det ble gjort noen små endringer i guiden, men i det store og det hele var det samme intervjuguide som ble benyttet ved alle intervjuene.

Informanter

Informanter til en kvalitativ studie er ikke tilfeldig utplukket for å representere en populasjon, slik som i kvantitative undersøkelser (Tjora 2012). Det gjennomføres oftest en strategisk utvelgelse av informanter til kvalitative studier. Informanter velges strategisk fordi de besitter erfaringer relevante for forskningsspørsmålene og de har meninger om det aktuelle temaet (Tjora 2012). I tråd med det Tjora (2012) foreslår var det medveileder i Bane NOR som identifiserte aktuelle informanter. Disse ble valgt med bakgrunn i deres lange erfaring fra Bane NOR i flere prosjekter hvor de hadde innehatt rolle som prosjektleder eller prosjektstyrer. Informantene ble altså valgt ut basert på deres erfaring med jernbaneprosjekter. Det ble først sendt ut epost med en kort presentasjon av studien og dens hensikt til ni personer, og en forespørsel om vedkommende kunne tenke seg stille til intervju. Det ble også beskrevet at det var deres erfaring med prosjekter som var av interesse.

Av de som ble kontaktet, ønsket fire å delta. I det første intervjuet som ble gjennomført spurte informanten om det var behov for flere informanter, hun hadde nemlig flere personer i tankene som kunne ha erfaringer og meninger relevant for studien. På tidspunktet for dette intervjuet hadde det kun kommet positiv respons fra to personer, så flere aktuelle navn ble tatt i mot med positiv respons. Tjora (2012) kaller dette snøballrekruttering; førstekontaktene kommer med tips til nye informanter. Dermed ble ytterligere seks personer kontaktet, også disse med erfaring som prosjektleder eller prosjektstyrer. Til slutt ble det gjennomført seks intervjuer. Tabell 3.1 gir en oversikt over de ulike informantene, deres rolle i prosjekter, antall år med erfaring innen jernbane og type prosjekter de har deltatt i.

Tabell 3.1: Kort om informantene og intervjuene

Informant	Rolle i prosjekter	Erfaring med jernbaneprosjekter	Type prosjekter	Intervjuets varighet
1	Prosjektleder	34 år	Fornyelses- og vedlikeholdsprosjekter	48 min
2	Prosjektleder	18 år	Fornyelsesprosjekter	40 min
3	Prosjektstyrer	2 år	Utbyggingsprosjekter	38 min
4	Prosjektleder	18 år	Fornyelses- og vedlikeholdsprosjekter	35 min
5	Prosjektstyrer	19 år	Fornyelsesprosjekter	47 min
6	Prosjektleder	7 år	Fornyelsesprosjekter	50 min

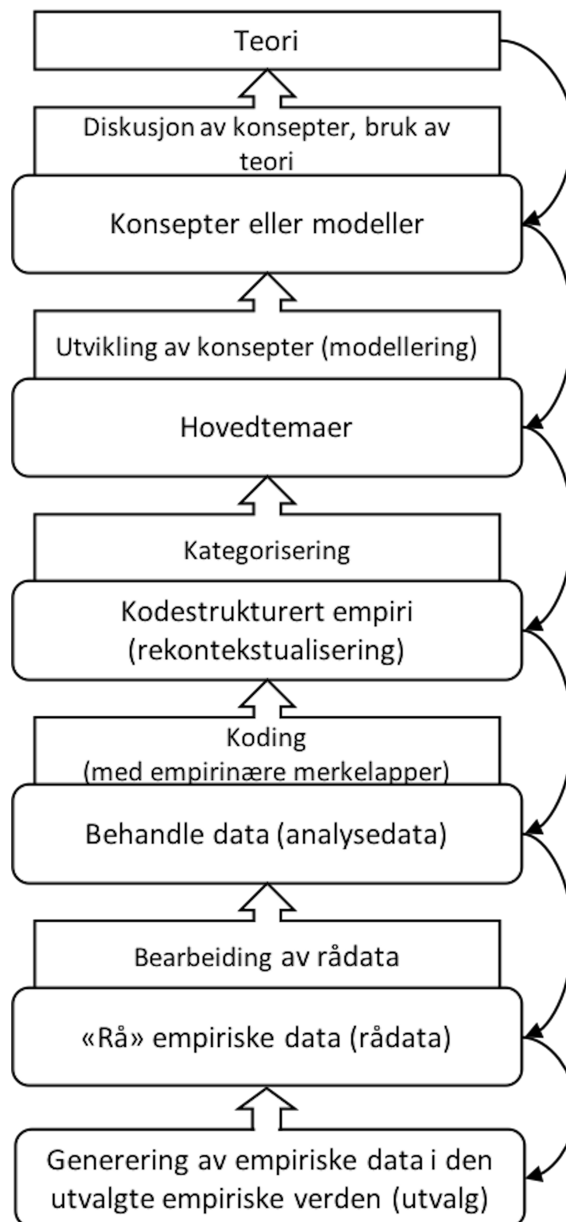
3.3 Dataanalyse og tolkning: SDI-metoden

Analysen skal bygge bro mellom rådata i form av intervjutekst og funn ved at materialet blir organisert, fortolket og sammenfattet (Halvorsen 2008). Kort sagt har den kvalitative analysen som mål å gjøre det mulig for en leser å få økt kunnskap om saksområdet det forskes på, uten selv å måtte gå gjennom de data som er generert i løpet av prosjektet (Tjora 2012). Analysen skal hjelpe oss til å finne ut av hva de innsamlede data har å fortelle (Halvorsen 2008). Tolkning handler om å forklare innholdet eller betydningen av det som er sagt (Halvorsen 2008).

Det er valgt å anvende en stegvis-deduktiv induktiv (SDI) metode som veileder for analysearbeidet i denne studien. Tjora (2012) beskriver hvordan det i SDI-metoden arbeides etappevis fra rådata til konsepter. Stegene er vist i figur 3.1. Den oppadgående prosessen representerer den induktive delen av arbeidet, at man jobber fra data mot teori. Den nedadgående prosessen er den deduktive, at man utgår eller sjekker fra teori til det empiriske.

3.3.1 Teoretisk grunnlag for den deduktive prosessen

For den nedadgående deduktive prosessen ble det valgt ut tre rammeverk for kartlegging av kompleksitet i prosjekter som skulle fungere som det teoretiske referansegrunnlaget for Bane NORs veileder. Flere ulike rammeverk ble studert, og de tre ble valgt ut basert på ulike kriterier. Første rammeverk som ble valgt ut var Chapman (2016). Hans rammeverk var så langt litteratursøket viste, det eneste rammeverk spesielt utviklet for jernbaneprosjekter, og var dermed veldig relevant for Bane NORs veileder. De aller fleste rammeverkene hadde en teoretisk tilnærming til kartlegging av kilder til kompleksitet i prosjekter. Dette hadde også Bosch-Rekvelde mfl. (2011) erfart. De utviklet derfor et rammeverk med en mer praktisk tilnærming. Nettopp dette passet bra med Bane NORs ønske om en veileder med praktisk tilnærming og gjorde dermed Bosch-Rekvelde mfl. (2011) sitt rammeverk interessant. I tillegg var rammeverket rettet mot bygg- og anleggsprosjekter. Selv om det ikke var rettet mot jernbaneprosjekter spesifikt, ble det vurdert som positivt at det var samme bransje.



Figur 3.1: Stegene i stegvis-deduktiv induktiv metode (SDI) (Tjora 2012)

De to utvalgte rammeverkene så langt, var spesifisert inn mot en praktisk tilnærming til kartlegging av kompleksitet i bygg- og anleggsprosjekter, og jernbaneprosjekter. Det var derfor i tillegg ønskelig med et mer generelt og overordnet rammeverk, men fortsatt med fokus på kartlegging i prosjekter. Geraldi mfl. (2011) gjennomførte en svært omfattende oversiktsstudie. Deres formål med studien var å samordne funn og rammeverk for kompleksitet i prosjekter i en enhetlig og systematisk klassifisering, og innføring av et felles språk- og begrepsgrunnlag for kompleksitet. Deres rammeverk var satt sammen med utgangspunkt i de fleste rammeverkene publisert frem til da. Det tredje utvalgte rammeverket ble derfor Geraldi mfl. (2011).

Litteraturen beskriver at kontekstuelle forhold er viktig for kompleksitet (Chapman 2016). Det ble derfor søkt etter rammeverk laget for norske forhold og prosjekter. Rolstadås og Schiefloe (2017) har laget en modell for kartlegging av kompleksitet i prosjekter. Så langt litteratursøket viste, er dette det eneste rammeverket utarbeidet av nordmenn. Modellen er ikke utarbeidet spesielt for norske forhold, men de anvender en case fra et norsk olje- og gassprosjekt for å vise modellen i bruk. Studien var blant de som ble vurdert som grunnlag for Bane NORs veileder. Siden det ikke var spesielt fokus på norske forhold, i tillegg til at modellen la stor vekt på kilder til kompleksitet i omgivelsene, mer enn i selve prosjektet, ble det vurdert til at de andre rammeverkene ville være av større nytte som teoretisk grunnlag for Bane NORs veileder.

3.3.2 Stegene i det induktive analysearbeidet

I modellen utgjør *generering av empiriske data og bearbeiding av rådata* de to første stegene i den induktive prosessen. Innhenting av empiriske data ble gjort gjennom intervjuer med prosjektledere og prosjektstyrere i Bane NOR. Det ble gjort lydopptak av alle intervjuene og i etterkant ble materialet fullstendig transkribert. Totalt utgjorde det transkriberte materialet 32 sider med tekst.

Deretter startet selve analysearbeidet med koding av de transkriberte intervjuene som er tredje steg i SDI-metoden. Dette ble gjort med hjelp av analyseprogrammet NVivo med det Tjora (2012) beskriver som tekstnær koding. Informantenes uttalelser ble inndelt i sitater, og merkelapper knyttet til hva som kom frem i sitatet ble utviklet. Denne kodingen var mer beskrivende enn et forsøk på å plassere sitatene inn i kategorier. Veldig mange av informantenes utsagn ble ansett som interessante og relevante, derfor var det fortsatt en stor mengde tekst etter at det transkriberte materialet var kodet.

Da den tekstnære kodingen var gjennomført, var neste steg i analysen, steg fire, å kategorisere kodene i grupper relevante for problemstillingen. Tjora (2012) beskriver at ved dybdeintervjuer der informanten får snakke mye fritt, vil det kunne genereres data som er interessante på generelt grunnlag, men utover det som omfattes av problemstillingen. Dette var også tilfellet i denne studien. Gjennom kategoriseringen av kodene, ble mye interessant materiale, men irrelevant for problemstillingen tatt ut. For forskningsspørsmål to ble kodene kategorisert etter hva som var informantenes forståelse av begrepet kompleksitet, og eksempler på prosjektsituasjoner der de hadde opplevd kompleksitet. For forskningsspørsmål tre ble det forsøkt å samle kodene i overordnede kategorier for kilder til kompleksitet. Dette ble gjort med inspirasjon fra kategoriene benyttet i de tre rammeverkene.

Deretter ble det plukket ut hovedtemaer blant de kategoriserte sitatene. Hvert hovedtema ble beskrevet, og sitater som var beskrivende og relevant for hvert hovedtema ble plukket ut. Dette er presentert i kapittel 5. Så startet arbeidet med systematiseringen av hovedtemaene og hva som skulle inngå som kategorier i veilederen. Dette utgjør steg fem, *utvikling av konsepter (modellering)*, i den induktive prosessen i SDI-metoden. Hovedtemaene fra intervjuene ble koblet opp mot relevante kategorier og underkategorier i hvert av de tre rammeverkene. De kategoriene som ble koblet opp mot et eller flere hovedtema, ble dermed tatt med videre i prosessen. I tillegg ble det gjort en vurdering av de kategoriene fra rammeverkene som ikke var koblet opp mot et tema. Tre av disse ble funnet aktuelle for kartlegging av kilder til kompleksitet i jernbaneprosjekter og ble inkludert.

Til slutt gjenstod det å utarbeide veilederen med oppbygning og struktur, slik at den la til rette for praktisk bruk. Det ble valgt å følge oppbygningen til Bosch-Rekvelde mfl. (2011) sitt rammeverk, og det ble delt inn i kategorier og underkategorier i henhold til dette. Til slutt ble det identifisert karakteristikk som skal benyttes i vurderingen av hva som er kilder til kompleksitet i aktuelt prosjekt. Både de tre utvalgte rammeverkene, informantenes utsagn og eksempler i intervjuene, og forfatterens egen kunnskap og forståelse er brukt som utgangspunkt i utarbeidelsen av karakteristikkene.

3.4 Kvalitet i kvalitative studier

Et grunnleggende krav til data er at de må være relevante for problemstillingen, både når man søker data i litteratur og når mennesker er informasjonskilder (Dalland 2017). De tre kriteriene pålitelighet, gyldighet og generaliserbarhet er gode kriterier for kvaliteten på kvalitative studier (Tjora 2012).

3.4.1 Pålitelighet

Pålitelighet handler om hvorvidt vi oppfatter en sammenheng mellom empiri, analyse og resultater i en undersøkelse, og at dette ikke er styrt av personlige, politiske eller andre faktorer som ikke er redegjort for (Tjora 2012). Man må gjennomgå de verktøy som brukes for å få frem kunnskapen, og vurdere i hvilken grad metoden og referanserammen er egnet til å gi gyldige svar på de spørsmålene som er stilt (Malterud 2011). Tjora (2012) skriver at et av de viktigste kravene til forskning, eller mer spesifikt hvordan forskning presenteres, er knyttet til transparens eller gjennomsiktighet. Hvordan en undersøkelse er gjort, hvilke valg som er tatt, hvilke problemer som har oppstått, og hva slags teorier som har vært benyttet, er noen av spørsmålene som må presenteres og diskuteres. Mens pålitelighet og gyldighet reflekterer hvor godt slike valg tas, handler transparens om hvor godt disse valgene formidles i forskningsrapporteringen (Tjora 2012). En metodisk transparens er nødvendig for troverdige resultater (Tjora 2012). En systematisk og ryddig analyseprosess, med gode dokumentasjonsrutiner vil skape god transparens i forskningsprosessen (Tjora 2012). Tjora (2012) anbefaler å bruke dataverktøy i analyseprosessen, da dette kan styrke transparens mellom empiri, analyse og konklusjoner.

Sikring av pålitelighet og troverdighet forutsetter en forståelse av forskningsprosessen som refleksiv, noe som blant annet betyr at forskeren erkjenner og er åpen på at personlige verdier og interesser påvirker hele denne prosessen (Halvorsen 2008). Forskerens bakgrunn og posisjon vil påvirke hva det forskes på, vinklingen for forskningen, metodene funnet mest hensiktsmessig, funnene som er vurdert til å være mest relevante, og utformingen og presentasjon av resultatene (Malterud 2001). Forskerens kunnskap er en ressurs, men hvordan denne brukes i en analyse må gjøres eksplisitt (Tjora 2012). For å styrke prosjektets pålitelighet blir det dermed viktig å reflektere over om forskeren har noe til felles med informantene, eller har en spesiell kunnskap og engasjement, og hvordan det kan ha påvirket tilgangen til feltet, utvalg, datagenerering, analyse og resultater (Tjora 2012). (Tjora 2012) mener det er viktig at forskeren redegjør for hvilken informasjon som kommer gjennom innsamling av forskningsdata og hva som er forskerens egne analyser. Ved å gjøre lydopptak av dybdeintervjuene, er det senere mulig å legge frem direkte sitater fra informantene. Et utvalg av sitater vil kunne styrke påliteligheten til undersøkelsen, men det er også viktig at det redegjøres for hvordan sitatene er valgt ut (Tjora 2012). Ved å legge ved intervjuguiden kan leseren selv se hvilke spørsmål som er stilt.

Det ble tatt lydopptak av alle intervjuene i denne studien ved hjelp av mobilens opptakerfunksjon. Deretter ble lydopptakene omskrevet til tekst. Alle intervjuene ble dermed transkribert. I tillegg ble det (se kapittel 3.2.2) skrevet et sammendrag av hovedfunnene i intervjuene som ble returnert til informantene for gjennomlesning, og mulighet for kommentarer og oppklaringer. Sitater fra intervjuene er presentert i et eget kapittel (kapittel 5). Dette for å gi leseren en egen innsikt i hva som kom frem i intervjuene, og dermed sikre en pålitelig og transparent prosess. For ytterligere å sikre god transparens i studien, er det i figur 6.1 (kapittel 6.2.1) vist hvilke kategorier i veilederen kildene til kompleksitet gitt av informantene er knyttet opp mot, og fra hvilke rammeverk de ulike kategoriene i veilederen er hentet.

I kvalitativ forskning kan en si at forskeren er instrumentet i studien. Dette krever en refleksivitet og åpenhet om egen rolle i studien (Tjora 2012). Min bakgrunn og erfaring vil ha innvirkning på mange sider av studien. Min interesse for jernbane kom som følge av min første ingeniørrelevante sommerjobb. Der jobbet jeg i et prosjekt med sporvekselbytter som oppgave. Det inspirerte meg til å la jernbanefag inngå i min sivilingeniørutdanning. I tillegg har mine samfunnsøkonomiske studier gjort meg bevisst på jernbanens samfunnsstrukturelle betydning. Med utgangspunkt i denne interessen og kompetansen, samt litteraturgjennomgang og teoretisk kunnskap utformet jeg intervjuguiden. Spørsmålene vil derfor være preget av hva jeg kjenner til fra før, hva jeg ønsker å få svar på og hva jeg tror er formålstjenlig å utforske. Det kan være lett å bli selektiv i hva som etterspørres. Dermed kan svarene jeg får være noe begrenset. Likeledes kan spørsmålene vinkles smart, men også uhensiktsmessig og enkelte tema kan bli unngått. I tillegg vil min bakgrunn med mine ervervede kunnskaper fra studier og arbeidserfaring, og mine holdninger og meninger om jernbaneprosjekter påvirke meg i analysen. Jeg kan ha en mer eller mindre bevisst idé om hvordan ting bør foregå eller jeg kan ha noen hypoteser om hva resultatene kan bli. Dette vil også påvirke meg i analysen.

3.4.2 Gyldighet og relevans

Gyldighet knyttes til spørsmålet om de svarene en kommer frem til, faktisk er svar på de spørsmål som stilles (Tjora 2012). Vi kan styrke gyldigheten ved å være åpne om hvordan vi utfører oppgavene i forskningsprosessen, ved å redegjøre for de valg vi tar, for eksempel når det gjelder innsamling av data og teoretiske innspill i analysen. Den viktigste kilden til høy gyldighet er at forskningen pågår innenfor rammene av faglighet, forankret i annen relevant forskning (Tjora 2012). En og samme virkelighet kan beskrives ut fra ulike perspektiver. Avhengig av perspektivet, vil ulike forskere kunne komme frem til en annerledes, men likevel tilsvarende gyldig, presentasjon av fenomenet som studeres (Malterud 2001). Derfor får forskerens perspektiv og posisjon stor betydning for hva slags kunnskap som dannes (Malterud 2011). Validering gjennom overensstemmelse eller repeterbarhet er derfor sjelden hensiktsmessig i kvalitativ forskning (Malterud 2001).

De tre utvalgte rammeverkene for kartlegging av kompleksitet innenfor ulike fagfelt har gitt viktige teoretisk innspill i denne studien. Med et teoretisk grunnlag fra de tre rammeverkene, som igjen har utviklet sine rammeverk gjennom tidligere studier, sikres en gyldighet gjennom et solid teoretisk grunnlag, før empirien anvendes og en veileder for bruk i Bane NOR utvikles.

3.4.3 Generaliserbarhet

Generaliserbarhet handler om hvorvidt forskningsfunnene kan ha gyldighet utover de spesifikke tilfeller og situasjoner som har vært utforsket (Tjora 2012). Det handler altså om funnenes overførbarhet til andre situasjoner eller fagfelt (Malterud 2011). Generalisering vil i en eller annen form være et mål innenfor det meste av samfunnsforskning (Tjora 2012). Videre angir Tjora (2012) tre former for generalisering; naturalistisk, moderat og konseptuell. Funn fra en kvalitativ tilnærming lar seg ikke generalisere til andre virksomheter og populasjoner slik det er vanlig å snakke om generalisering i kvantitative studier (Tjora 2012). Overførbarhet av funn fra kvalitative studier forutsetter en grundig beskrivelse av kontekst, problemstillinger, innhenting av forskningsdata, analyse og prinsipper for tolkning, slik at leseren av forskningsrapporten selv kan vurdere eventuell nytteverdi i andre omgivelser, bransjer eller kulturer. Det er dette Tjora (2012) beskriver som naturalistisk generalisering.

Veilederen utviklet for Bane NOR er ikke innrettet på et spesielt prosjekt, men kan anvendes i kommende utbyggings- og fornyelsesprosjekter Bane NOR planlegger og gjennomfører. Det er ikke et mål at funnene fra denne studien skal være direkte overførbare til andre fagfelt eller andre land, så det er valgt å følge konseptuell generalisering. I konseptuell generalisering er man ute etter å lage et konsept eller en modell som ikke kun gjelder for den empirien eller casen som ligger til grunn. For å sikre relevans ut over de data som er analysert, benyttes tidligere forskning og teorier som støtter opp under en større gyldighet, relevans og generaliserbarhet (Tjora 2012).

Kapittel 4

Utvalgte studier og deres rammeverk

Som beskrevet i metode (kapittel 3), er det valgt ut tre rammeverk som skal danne det teoretiske grunnlaget i denne studien. Det gis en mer inngående presentasjon av de tre rammeverkene i dette kapitlet. Rammeverkernes struktur med kategorier og underkategorier er benyttet som inspirasjon til Bane NORs veileder. I tillegg er karakteristikkenes rammeverkene presenterer for å kartlegge kilder til kompleksitet vurdert, og hvis aktuelt, inkludert i veilederen til Bane NOR. De fleste studier velger å dele kompleksitet i kategorier i henhold til hvordan de forekommer og hvordan de påvirker prosjekter. Gerald mfl. (2011) gjennomførte en stor litteraturgjennomgang der de kom frem til fem overordnede kategorier for typer kompleksitet. Bosch-Rekveltdt mfl. (2011) har med sin TOE-rammeverk utviklet et rammeverk med mål om en praktisk tilnærming til kompleksitet. Chapman (2016) har laget et rammeverk med formål om bruk i britiske jernbaneprosjekter. Rammeverkene presenteres her med beskrivelse av rammeverkernes formål, kategorier og eventuelle underkategorier, og karakteristikker. Dette for å utfylle teorien presentert i kapittel 2 som hovedsaklig omhandlet kompleksitet, med en forståelse av rammeverkernes oppbygning og hva som ble brukt som inspirasjon til Bane NORs veileder.

4.1 Rammeverk 1: Gerald mfl. (2011)

Gerald mfl. (2011) har gjennomført en svært omfattende oversiktsstudie. Deres formål med studien var å samordne funn og rammeverk for kompleksitet i prosjekter i en enhetlig og systematisk klassifisering. Gerald mfl. (2011) har forsøkt å innføre et felles språk- og begrepsgrunnlag slik at kompleksitet bedre kan beskrives og gi mening til hva som gjør prosjekter komplekse å styre, og hvordan behandle og reagere på denne type kompleksitet. Gjennom en historisk studie som viser hvordan rammeverkene for kompleksitet har utviklet seg og blitt utvidet, anga Gerald mfl. (2011) at prosjektkompleksitet kan deles inn i fem kategorier: strukturell kompleksitet, usikkerhet, dynamikk, intensitet og organisasjonspolitisk kompleksitet.

En kartlegging av kompleksiteter kan resultere i at noen av kildene aktivt kan styres og håndteres. For eksempel, et prosjekt med høy organisatorisk kompleksitet kan ha nytte av at mer innsats legges i styringen av interessenter, eller at man bruker en prosjektleder som har mye erfaring med å håndtere mange og viktige interessenter samtidig. Det er til forskjell fra et prosjekt som har høy strukturell kompleksitet, hvor for eksempel man kan

anvende dataprogrammer og andre teknologiske hjelpemidler for å få en oversikt over og håndtere kompleksiteten.

4.1.1 Strukturell kompleksitet

Strukturell kompleksitet er i litteraturen den mest omtalte formen for kompleksitet. Strukturell kompleksitet er relatert til mangfoldigheten i prosjektelementene og den gjensidige avhengigheten mellom dem. Strukturell kompleksitet beskrives ofte med bakgrunn i tre egenskaper; størrelse, mangfold og gjensidig avhengighet. Karakteristikk for å vurdere strukturell kompleksitet kan eksempelvis være prosjektets omfang og størrelse, mangfold i fagfelt, anvendte teknologier, antall forskjellige arbeidsoppgaver og deres gjensidige avhengighet, antall interessenter og deres gjensidige avhengighet og antall lokasjoner.

4.1.2 Usikkerhet

Usikkerhet relateres til både nåværende og fremtidige tilstander for hvert element som prosjektet består av, hvordan elementene påvirker hverandre, og hvilke effekter disse tilstandene og samhandlingen har og vil få. For de som styrer et prosjekt oppfattes dette som et uunngåelig tomrom mellom mengde informasjon og kunnskap som man ideelt skulle ha for å ta de riktige beslutningene, og hva som faktisk er tilgjengelig. Usikkerhet knyttes ofte opp mot karakteristikk som vurderer erfaringen med anvendt teknologi, tvetydighet i informasjon og retningslinjer, uidentifiserte interessenter, og hvor velutprøvd teknologien og metodene er. Geraldi mfl. (2011) beskrev at måten usikkerhet styres og håndteres i prosjekter (gjennom risiko- og mulighetsstyring) også kan utvides til styring av kompleksitet.

4.1.3 Dynamikk

Dynamikk refererer til endringer i prosjekter, for eksempel endringer i spesifikasjoner som følge av tvetydighet (slik at det også relateres til usikkerhet), ledelsesteam, leverandører, eller omgivelsene. Disse endringene kan føre til høyt nivå av uorden, merarbeid eller mangel på effektivitet når endringene ikke er tilstrekkelig kommunisert til resten av prosjektorganisasjonen. Forståelse av mønstrene som er underliggende for deler av dynamikken kan være en nyttig strategi for å unngå uorden, eksempelvis ved å systematisere prosessen knyttet til endringsordre.

Egenskapene til dynamisk kompleksitet er mindre utviklet og spesifikke enn de tilsvarende for strukturell kompleksitet. Ofte får dynamikk en bred definisjon hvor forandring, dynamisme, kvantum og påvirkning av endring eller fagretningsspesifikke forhold inkluderes. Geraldi mfl. (2011) mente at den mest passende beskrivelsen av dynamisk kompleksitet er "en endring i en av de andre dimensjonene for kompleksitet". Til eksempel vil dynamisk strukturell kompleksitet oppstå som følge av en endring i omfang. Dynamisk usikkerhet gjennom at ny eller grensesprengende teknologi blir tilgjengelig i løpet av prosjektet. Endring i intensitet fra en ny tidsfrist som pålegges. Og organisasjonspolitiske endringer som følge av ansettelse eller oppsigelse av nøkkelpersoner i prosjektet.

4.1.4 Intensitet

Intensitet (eng: pace) er en viktig kilde til kompleksitet ettersom tidspress krever annen type struktur og oppmerksomhet i prosjektstyringen. Stramme tidsrammer styrker effekten av tilbakekoblingsløkker, hvilket betyr at små problemer eller usikkerhet fører til uventet store effekter. Til forskjell fra andre typer kompleksitet, er ikke høy intensitet en abstrakt tankekonstruksjon med flere kilder. Det henviser hovedsaklig til intensiteten prosjekter skal, eller burde, gjennomføres og leveres med. Likevel er det vanskelig å operasjonalisere dette målet siden intensitet sikter til intensiteten som prosjektet ideelt bør følge beregnet ut ifra et optimalt mål.

4.1.5 Organisasjonspolitisk kompleksitet

Prosjekter gjennomføres av mennesker, og dermed vil det være grunnlag for konflikter, motstridende interesser og vanskelige personligheter. Denne typen kompleksitet oppstår som en kombinasjon av politiske forhold og følelsesaspekter involvert i et prosjekt. Organisasjonspolitisk kompleksitet er enkelt å konseptualisere, men vanskelig å operasjonalisere og måle. Geraldi mfl. (2011) ga fire karakteristikk som skal beskrive organisasjonspolitisk kompleksitet: prosjektets viktighet (hvor mye står på spill?), støtte fra interessenter, er prosjektets formål i tråd med firmaets strategi og åpenheten i prosjektet.

4.2 Rammeverk 2: Bosch-Rekveltdt mfl. (2011)

Samtidig som Geraldi mfl. (2011) gjennomførte deres oversiktsstudie, arbeidet Bosch-Rekveltdt mfl. (2011) med noe liknende. Der Geraldi mfl. (2011) ønsket å skape et felles begrepsgrunnlag og forståelse for kompleksitet, hadde Bosch-Rekveltdt mfl. (2011) et annet formål med sin studie. De mente at studiene gjennomført hittil gir verdifull teoretisk innsikt, men koblet ikke teori og praksis sammen i stor nok grad. Bosch-Rekveltdt mfl. (2011) ønsket en mer praktisk tilnærming til kompleksitet der funnene kunne benyttes i reelle prosjekter og kartleggingen av kompleksiteten dermed ga reell nytte i prosjektstyringen.

De ønsket å utvikle et rammeverk for kompleksitet i prosjekter som skal anvendes hovedsaklig i tidligfasen av prosjektplanleggingen med formål om å sikre bedre styring av prosjektet, men som også kan være nyttig i etterfølgende prosjektfaser. Rammeverket er utviklet basert på både teori og empiri, og skal støtte kartleggingen og forståelsen av kompleksitet i prosjekter, og da spesielt i store bygg- og anleggsprosjekter. Dermed utviklet Bosch-Rekveltdt mfl. (2011) TOE-rammeverket. T står for den tradisjonelle teknologiske retningen der hovedfokuset er prosjektets leveranse. O representerer den organisatoriske delen av kompleksitet der organiseringen av personell og ressurser står sentralt. Til slutt E, hvor påvirkningen fra omgivelsene inkluderes.

Bosch-Rekveltdt mfl. (2011) vurderte i sin studie hvilke elementer i et prosjekt som bidrar til kompleksitet, hvordan disse bør inkluderes i et rammeverk og angir karakteristikk som fører til økt kompleksitet i store bygg- og anleggsprosjekter. Gjennom anvendelse av rammeverket, hvilket innebærer kartlegging av karakteristikkene som er tilstede i hvert enkelt prosjekt, blir prosjektorganisasjonen klar over hva det er i det aktuelle prosjektet som

gir økt kompleksitet. Dermed mener Bosch-Rekvelde mfl. (2011) at prosjektgruppen kan gjøre ekstra tiltak i planleggingsfasen og senere i prosjektgjennomføringen, for å håndtere kompleksiteten. Bosch-Rekvelde mfl. (2011) anga at eksempel på slike tiltak kunne være å benytte prosjektledere med god ledelseserfaring ved prosjekter med høy organisatorisk kompleksitet. Ved høy teknologisk kompleksitet bør det benyttes prosjektleder som også innehar teknologisk kompetanse og erfaring.

Totalt identifiserte Bosch-Rekvelde mfl. (2011) 50 karakteristikker som bidrar til kompleksitet i prosjekter. Disse ble identifisert gjennom en induktiv tilnærming der funn i litteraturen ble styrket gjennom elementer identifisert i 18 intervjuer. Bosch-Rekvelde mfl. (2011) understreker at i deres litteraturgjennomgang ble det klart at det ikke bare er tekniske eller teknologiske forhold i et prosjekt som påvirker kompleksiteten. Også organisatoriske forhold og omgivelsene spiller en viktig rolle. Med bakgrunn i dette ble de 50 identifiserte karakteristikene kategorisert innenfor tre områder; teknologisk (T), organisatorisk (O) og omgivelser (E). Bosch-Rekvelde mfl. (2011) delte videre hver av de tre overordnede kategoriene inn i underkategorier.

4.2.1 Teknologisk kompleksitet

Teknologisk kompleksitet omhandler selve arbeidet og leveransen i prosjektet. I denne kategorien skal det kartlegges hvilke kilder til kompleksitet man har gjennom prosjektets mål, omfang, oppgaver, erfaring med teknologien og den tekniske risikoen. Prosjektets mål vurderes gjennom hvor mange mål prosjektet har, om de er tilpasset hverandre og om det er noen tvetydighet i dem. Omfanget til prosjektet vurderes gjennom graden av usikkerhet knyttet til omfanget, og om prosjektet er av en betydelig størrelse. Karakteristikker knyttet til prosjektets oppgaver er eksempelvis antall oppgaver, mangfoldet i dem og hvor gjensidig avhengige de er, usikkerhet knyttet til metode og motstridende krav og standarder. Underkategorien skal vurdere hvor nyutviklet eller velutprøvd teknologien er, og i hvilken grad man allerede har erfaring med teknologien og implementeringen av den. Til slutt blir den tekniske risikoen vurdert etter sannsynlighet og konsekvens.

4.2.2 Organisatorisk kompleksitet

Denne kategorien fokuserer på ulike sider ved organisering, styring og ledelse av prosjekter. Kategorien inneholder karakteristikker relatert til størrelse, ressurser, prosjektgruppe, tillit og organisatorisk risiko. Prosjektets størrelse vurderes gjennom karakteristikker som varighet, økonomisk investering og budsjett, antall arbeidstimer, antall personer i prosjektgruppen og antall lokasjoner. Videre vurderes ressurser som en kilde til kompleksitet gjennom tilgjengeligheten på ressurser og kompetanse, kontakt mellom ulike fagfelt og bevissthet rundt HMS. I underkategorien prosjektgruppe kartlegges det om det er flere språk og nasjonaliteter innad i prosjektgruppen, og om det må samarbeides med andre prosjekter. Videre vurderes tillit, spesielt med henblikk på tilliten til prosjektgruppen og til entreprenøren. Også i denne kategorien vurderes risiko, her basert på sannsynlighet og konsekvenser knyttet til organisatorisk risikoområder.

4.2.3 Omgivelser

Kategorien for kompleksitet fra omgivelsene skal kartlegge hvilke forhold i omgivelsene som påvirker prosjektet. Kategorien består av karakteristikker som vurderer interessenter, lokasjon, markedsforhold og risiko fra omgivelsene. I underkategorien interessenter vurderes det hvor mange interessenter prosjektet har, mangfoldet og den gjensidige avhengigheten mellom interessentene, den politiske påvirkningen prosjektet er utsatt for og om prosjektet har intern støtte i bedriften. Videre vurderes prosjektets lokasjon med kobling mot eksisterende infrastruktur, værforhold og hvor avsidesliggende lokasjonen er. Markedsforhold inneholder karakteristikker for stabilitet i markedet og konkurranseforholdene. For den siste karakteristikken vurderes risikoområder knyttet til omgivelsene gjennom sannsynlighet og konsekvens.

4.3 Rammeverk 3: Chapman (2016)

Chapman (2016) har utviklet et rammeverk for kompleksitet, hvor han til forskjell fra eksisterende rammeverk også inkluderte den dynamiske naturen i prosjekter. Hans rammeverk tar for eksempel hensyn til at metodene for prosjektstyring vil utvikle seg og modnes, og det vil være rutiner som sikrer tilpasning av prosjektstyringen dersom det oppstår forsinkelser. Rammeverket er unikt ved at det tar utgangspunkt i jernbaneprosjekter, og at det undersøker karakteristikker ved kompleksitet i jernbaneprosjekter. Chapman (2016) utviklet sitt rammeverk med utgangspunkt i seks andre rammeverk hvor han vurderte styrker og svakheter ved disse. I tillegg er det utført intervjuer og en casestudie for å understøtte hans forståelse av hvilke kategorier og karakteristikker et rammeverk spesifikt for jernbane skal inneholde.

Chapman (2016) strukturerte rammeverket sitt i seks kategorier som skal benyttes for å kartlegge ulike kilder til kompleksitet: finansiering, kontekst, prosjektstyring- og ledelse, lokasjon, prosjektets oppgave og formål, og leveranse. Han ga beskrivelser av hver kategori med tilhørende karakteristikker.

4.3.1 Finansiering

Chapman (2016) identifiserer bedriftens og prosjektets finansieringssystem som en kilde til kompleksitet. Å ha forståelse for finansieringsmodellen, og vite hvor finansieringen kommer fra, hvor kostnadene vil forekomme og begrensningene for design og kontekstfleksibilitet er avgjørende for at prosjektet blir vellykket. Karakteristikkene for kompleksitet relatert til finansiering stammer fra begrensninger på årlig forbruk sammen med regulering av: betalingssummer, uttak av finansreserver, søknader om ytterligere finansiering, forlik ved tvister, avslutning av kontrakter og sikring av finansiering fra privat sektor basert på felles enighet om betingelser. Finansielle elementer som ikke er en kilde til kompleksitet er rapporter, oppgjør på slutten av året, arkivering, revisjon og betaling av entreprenører/leverandører, konsulenter, forhandlere og støttefunksjoner.

4.3.2 Kontekst

Chapman (2016) mener at prosjektets kontekst er en vesentlig faktor i vurderingen av kompleksitet tatt i betraktning av at det er en gjennomgående kilde til kompleksitet i alle prosjekter. Han poengterer at metoder som anvendes med suksess i ett prosjekt ikke nødvendigvis vil være direkte overførbare til andre prosjekter. Hvordan et prosjekt bør styres vil være avhengig av konteksten prosjektet er i, samt institusjonelle forhold. Dette må tas hensyn til i prosessen med prosjektstyring og -ledelse. Derfor kan ikke kompleksiteten i et prosjekt vurderes uten at kontekst og omgivelsene prosjektet befinner seg i, også betraktes. Chapman (2016) beskriver at følgende forhold vil påvirke konteksten og dermed kompleksiteten: politiske, teknologiske, økonomiske, lovgivningsmessige, rettslige, regulerende og utviklende forhold, kulturelle forhold og omgivelses- og samfunnsforhold.

4.3.3 Prosjektstyring og -ledelse

Styringen av et prosjekt kan være kilde til mange former for kompleksitet. Chapman (2016) nevner følgende mulige kilder til kompleksitet: organisatorisk struktur med hensyn til antall horisontale enheter og vertikale nivåer, kultur- og språkforskjeller mellom personell, involverte departementer og organisasjoner, utforming av prosjektstyringsstrukturen, voksende erfaring med prosjektstyringsmetoden, variasjon i prosjektstyringsmetoder og -verktøy som brukes, antall eksperter fra ulike fagfelt som må koordineres og samarbeide, hvor klart og tydelig roller og ansvar for oppgaver er fordelt i prosjektorganisasjonen, om prosjektledelsesorganisasjonen er lokalisert på samme geografiske sted eller om medlemmene er spredt rundt, tilstrekkelig tilgang på ledelsesressurser, faglig egnethet hos prosjektpersonell og menneskelig oppførsel som fører til konflikter innad i prosjektorganisasjonen.

4.3.4 Lokasjon

Prosjektets lokasjon vil ha mye å si for benyttet metode og teknologi i jernbaneprosjekter. Lokasjon for utførelsen av prosjektarbeid kan føre til kompleksitet i prosjekter fra kilder som hvordan grunnforholdene er og dermed hvordan og hvor mye grunnarbeid som kreves. Videre er det graden av ulike geotekniske forhold, oppdagelse av beskyttede dyrearter, behovet for og omfanget av miljøundersøkelser, og oppdagelse av forurenset grunn. Eksisterende infrastruktur prosjektet må arbeide inn i er sentralt i mange jernbaneprosjekter. Den kartlegges gjennom karakteristikker som vurderer i hvilken grad man skal koble seg inn på eksisterende infrastruktur, presisjonen og riktigheten i tilgjengelig dokumentasjon om eksisterende infrastruktur og lokasjon, eller hvor god kartlegging og undersøkelse av eksisterende infrastruktur og lokasjon har vært.

4.3.5 Prosjektets oppgave og formål

Chapman (2016) mener at kompleksitet i oppgaven er den viktigste kilden til all kompleksitet. Han deler kategorien i tre deler; utforming, teknologi og informasjonshåndtering.

Underkategorien utforming tar for seg kilder relatert til hvor mange jernbanetekniske fagfelt som skal samarbeide gjennom at deres arbeid må koordineres og komponentene skal virke sammen. Videre om det er flere entreprenører og underentreprenører som er ansvarlig for de ulike fagfeltene. Kilder til den teknologiske kompleksiteten vurderes gjennom karakteristikker som erfaring med teknologien, bruk av helt nyutviklet teknologi og metode, implementeringsproblemer med nye komponenter, og gjensidig avhengighet mellom oppgaver, arbeidslag og teknologi. For den siste underkategorien informasjonshåndtering vurderes størrelsen på prosjektet, da et stort og omfattende prosjekt kan ha så mange tegninger og mye dokumentasjon at det virker uoverkommelig å få oversikt. Videre er det karakteristikker for korte tidsrammer, ufullstendig og ukoordinert informasjon og mangler i anbudsinformasjonen.

4.3.6 Leveranse

Kategorien tar for seg forhold ved leveransen i prosjektet. Chapman (2016) nevner karakteristikker som konstruksjonsmetode og -teknikker, prosjektets byggbarhet, tilgang på arbeidskraft, ulike språk og nasjonaliteter blant arbeiderne, entreprenører som må samarbeide ved flere anbudspakker i prosjektet, gjensidig avhengighet og oppgaver som må gjøres i en bestemt rekkefølge, flere prosjekter på samme lokasjon og vanskelig tilgang til prosjektets lokasjon.

Kapittel 5

Funn fra intervjuene

I følgende kapittel presenteres funn fra intervjuene. Først vil informantenes forståelse av begrepet kompleksitet gis, før kilder til kompleksitet blir gjennomgått temavis. Sitater fra intervjuene er brukt for å belyse funnene. Noen av sitatene inneholder poenger som vil være relevant for flere kategorier, men er da kun gjengitt ett sted.

Funnene viser både hvordan informantene forstår kompleksitet og hvordan de opplever kompleksitet. I informantenes refleksjon rundt kompleksitet var det få som nevnte kilder eller årsaker til kompleksitet. Gjennom informantenes beskrivelser av hvordan de håndterte kompleksitet og usikkerhet i prosjekter beskrev de også kilder til kompleksitet. Derfor handler flere av sitatene om hvordan kompleksitet håndteres, mer enn hva som er kilder til kompleksitet. Dette vil bli ytterligere berørt i diskusjonen (kapittel 6).

5.1 Forståelse av begrepet kompleksitet

Alle informantene hadde kjennskap til begrepet kompleksitet og en idé om hva det omfatter. Flere uttrykte likevel at de syntes det var vanskelig å sette ord på det og gi en konkret beskrivelse. En av informantene beskrev kompleksitet som følger:

“Kompleksitet er mer innfløkt enn noe som er enkelt. Jeg vet ikke hvordan jeg skal beskrive det helt eksakt. Men det er jo som regel mange faktorer som samhandler med hverandre. Så hvis man endrer på en ting, så endrer det på andre ting også. Så da blir det jo vanskeligere. Kompleksitet er en mer iboende egenskap i prosjektet. Heller enn at det er noe vi i veldig stor grad påvirker. Vi kan flytte rundt på den og hvem som har ansvar for den også videre. Og det kan det vel ofte være lurt å tenke seg om hvordan man skal gjøre det.”

Flere av informantene beskrev systemet “jernbane” som komplekst, at jernbane i seg selv er et veldig godt eksempel på noe som er komplekst.

“Jeg tenker at jernbane i seg selv er utrolig komplekst, og man blir aldri utlært på jernbane, det er så mange ting som griper inn i hverandre som gjør at det blir komplekst. Og det er jo veldig teknisk avansert, og det gjør det også komplekst. Gjør du en ting, så må du kanskje gjøre en annen ting, som videre

fører til en tredje ting, og slik holder det på. Det ene fører til det andre. Det er utfordrende.”

Jernbaneinfrastrukturen består av mange komponenter og systemer med tilhørende faggrupper med kompetanse og ansvar for akkurat denne komponenten. Mange samhandlingene fagpersoner i det samme system gir høye krav til samarbeid og samhandling mellom de ulike fagfeltene. Denne tverrfagligheten som kjennetegner jernbane, beskrev alle informantene som en viktig bidragsyter til kompleksitet.

“Jeg tenker først og fremst på tverrfaglighet, at man hele tiden må vite hvilke konsekvenser det har for andre fag. Selve løsningen, for når man skal gjøre et eller annet, og man skal bygge nytt eller om man skal bytte ut og fornye, så er det et arbeidsomfang, det er mer eller mindre kompleks i forhold til hvor mange fag som er involvert, eller i forhold til hvilke fag som er involvert. Det er det første jeg tenker på, de sammenhengene mellom fagene.”

“Kompleksitet kan jo være ting som er rett og slett er vanskelig, teknisk vanskelig å forstå, rett og slett fordi det er vanskelige problemstillinger. Men i jernbanesammenheng så er det jo ofte det at det er mange faggrupper som må jobbe sammen. Når jeg tenker på signal- og sikringsanlegg, hvor en tror kanskje ikke at det er så komplekst, når man bare ser de lysa som styrer om tog får kjøre ikke sant. Men man må se sammenhengene mellom alle komponentene som for eksempel på en sånn stor stasjon som Oslo S, hvor det ikke skal gå galt i noen sammenhenger, så er det ganske komplekst.”

“Det er jo sånn at hvis du kan holde deg til bare ett fag, hvis du kun skal bytte noe på linjen, er det som regel enkelt og greit. Men med en gang man begynner å blande inn flere fag, og spesielt hvis det blir vanskelig å koordinere med togtrafikken, da er det typisk at varsellampene lyser om at her kan det fort bli vanskeligere enn det man i utgangspunktet tror.”

Informantene opplevde situasjoner der flere prosjekter må forholde seg til hverandre. I vedlikeholds- og fornyelsesprosjekter gjennomføres ofte ulike prosjekter langs samme strekning når strekningen først er stengt for trafikk. En av informantene beskriver at dette gjør deres arbeid komplekst.

“Størrelse har jo noe å si. Det er ikke nødvendigvis slik at ting blir komplekse bare fordi det er stort. Men hvis man skal gjøre flere typer arbeider samtidig, når man først har stengt for trafikk. Så utnytter man muligheten, forhåpentligvis, til å ha flere arbeider, og da må disse arbeidene forholde seg til hverandre. Selv om de ikke nødvendigvis har noe med hverandre å gjøre, men de tilhører samme overordnet prosjekt da. Men arbeiderne og oppgavene må jo forholde seg til hverandre under bruddet. Når man har stengt sporet for trafikk nå har man en holdning om at nå skal vi får gjort ting, og mest mulig. Så at i prosjektet, at det blir flere delprosjekter og flere aktører å forholde seg til gjør at kompleksiteten øker.”

5.2 Komplexitet og usikkerhet

Flere av informantene nevner risiko og usikkerhet i prosjekter når det er snakk om kompleksitet. De fleste setter dette i sammenheng med kompleksitet, og nevner Bane NORs rutiner for risiko- og usikkerhetsvurdering som en viktig bidragsyter for å minimere de potensielle effektene av kompleksitet.

“Kompleksitet og risikostyring går mye hånd i hånd. Og vi har jo veldig fokus på det vi kaller usikkerhetsstyring, både med fordeler og ulemper og muligheter og farer. I og med at vi har komplekse prosjekter tenker vi mye på hva som kan gå galt, eller hvilke muligheter vi ser, og hvordan vi kan realisere disse mulighetene, eller eliminere farene.”

“Det har blitt veldig mye mer fokus på risikostyring i prosjekter, så det blir jo også en slags strategi for å håndtere kompleksiteten da. Vi kartlegger mye forskjellig gjennom risikovurderingene, så da vurderer vi kanskje kompleksiteten og kilder til den uten av vi egentlig tenker over det. Vi jobber mye mer med risikovurderinger nå. I hvert fall slik som jeg oppfatter det. Vi har mye mer kontrollplaner og sjekklister og alt mulig, som kanskje mer før var oppe i hodet til folk, som nå er nede på papiret og man går gjennom, månedlig eller ukentlig, eller med en annen frekvens, og dette er mye tydeligere og mye mer formalisert enn det det var. Det har blitt mye mer jobb for oss, men samtidig er det fint å ha for det gir det på en måte et rammeverk, for man trenger ikke hele tiden gå og huske på alt mulig, for da vet du akkurat hva du skal forholde deg til.”

Informantene var opptatt av at forhold i infrastrukturen, blant annet at mange av komponentene er gamle, bidro til usikkerhet. Forhold utenfor prosjektet gjør at man ikke alltid kan forutsi konsekvensene eller effektene av arbeidet man gjør.

“Det som også oppleves utfordrende for oss er at det er mye ukjent inne i prosjektet. Hvis man gjør en ting, vet man nødvendigvis ikke effekten av det. Og det er krevende. Sånn som nå i påsken vasket vi en tunnel i et av prosjektene, vi måtte gjøre det før videre arbeid i senere brudd. Og det å vaske høres jo greit ut. Men i forkant da ble vi advart mot å gjøre det, fordi man antok at de tekniske installasjonene inne i tunnelen ikke ville tåle det. At man ville få veldig mange feil etterpå, og kanskje ikke ville kunne kjøre tog gjennom. Det oppfattes nok som veldig komplekst for mange, det at man ikke nødvendigvis vet konsekvensene av det man gjør.”

I jernbaneinfrastrukturprosjekter inngår mange forskjellige fagfelt. Informantene beskrev at det var nyttig for prosjektleder og prosjektstyrer å ha noe grunnkunnskap om de ulike fagfeltene. Enkelte av fagfeltene fremstår som mer kompliserte enn andre, og for en av informantene øker dette også kompleksiteten. Når ting er ukjent oppleves det komplekst. Det er flere informanter som nevner signalanlegg som et fagfeltet det er knyttet mye usikkerhet til og dermed får kompleksiteten til å øke.

“Det kan kanskje høres litt flåsete ut, men en av grunnen til at det prosjektet jeg jobber med nå for meg er komplekst, er at det er faglig veldig krevende, man skal kunne alle fag. Man skal i hvert fall vite noe om alle fag. Og jeg er

ikke noen ekspert på kontaktledning og signal og dermed oppfatter jeg det som veldig komplekst, fordi det er ukjent.”

“Hvor teknisk vanskelig det er. Det er det første som kommer til i mitt hode i hvert fall. Jeg tenker spesielt på signalsystem som noe som virkelig er komplekst da. Det jernbanetekniske virker jo på papiret veldig enkelt. Og så er det jo ikke så enkelt som det virker som. Men for meg er signal det jeg skjønner minst av, og så er det så mye usikkerhet rundt det. Man vet aldri hvor lang tid ting faktisk kommer til å ta med de gutta, for systemet de jobber inn i er så uforutsigbart.”

5.3 Prosjektplanlegging og -styring

Alle informantene innehar rollen prosjektleder eller prosjektstyrer i prosjekter i Bane NOR. Derav har det stort sett vært fokus på den opplevde kompleksiteten relatert til prosjektplanleggingen og -styringen. Informantene forteller om rutiner og strategier for planlegging som gjør det både lettere og vanskeligere å håndtere kompleksitet. Det beste virkemidlet for å håndtere kompleksitet er god, gjennomarbeidet og detaljert planlegging. Får man god nok tid til å detaljplanlegge et prosjekt, kan man på forhånd oppdage potensielle uønskede hendelser, i stedet for at det blir uforutsette hendelser underveis i prosjektet.

5.3.1 Planlegging langt frem i tid

Informantene beskriver at når det planlegges brudd i trafikken, gjøres dette fire år frem i tid. Informanten som jobber med utbyggingsprosjekter beskriver at de har kunnskap om hvilke prosjekter som skal gjennomføres, men utfordringen er å estimere tidsbehovet.

“Det er en prosess i Bane NOR som heter X-48, som er en ruteplanprosess der man planlegger fire år frem i tid, og med det må jo vi kunne si i dag hvilke behov vi har 3-4 år frem i tid for å kunne gjennomføre prosjektet vårt. Og det er ikke nødvendigvis så enkelt når prosjekteringen ikke har kommet så langt, det å gjøre de vurderingene. Og hvis vi da bommer på behovet totalt, så har vi et stort problem senere, som igjen kan føre til forsinkelser. Så vi er helt klart avhengig av å planlegge bruddene og gjøre riktige antagelser. Og mister vi et brudd, kan i prinsippet prosjektet bli et år forsinket. Så det er ganske stort fokus på de bruddene, og det er absolutt kompleksitet i det. I tillegg må du gjerne gjøre det før du har fått entreprenøren på plass, så de kan gjøre sine vurderinger også. Det å måtte flere år i forkant kunne vurdere om man trenger 48 timer eller om man trenger 36 timer, det er en krevende øvelse.”

En av de andre informantene som jobber med fornyelsesprosjekter beskriver andre utfordringer med X-48. Fristen for å melde inn brudd er utløpt for lenge siden når de får prosjektbestillingene til sin avdeling. Da må de ta til takke med de bruddene i trafikken som er tilgjengelig i forbindelse med andre prosjekter. Dette vanskeliggjør planleggingen siden prosjektet må tilpasses tidsrammen heller enn at tidsrammen tilpasses prosjektet. I tillegg beskriver han hvordan de lange bruddene ikke blir utnyttet godt nok på grunn av

manglende finansiering. Informanten mener også at man innenfor vedlikeholds- og fornyelsesprosjekter ikke har planer langt nok frem i tid.

“I den grad vi kan påvirke vanskelighetsgraden til ting er det hvordan vi planlegger sportilgangen og bruddene. Der synes jeg ikke Bane NORs rutiner gir rom for god planlegging. Det er et stort utnyttet potensial på å planlegge ting og prioritere prosjekter inn mot bruddperiodene. Både når man planlegger brudd med tanke på sesong, å ha brudd om vinteren er det blant annet ikke så mye vits i. Det er eksempler på at man stopper trafikken på tidspunkt hvor det er umulig å få gjort andre typer arbeider enn akkurat det. Men på den andre siden utnytter man ikke de lange bruddene skikkelig heller, når det faktisk er mulighet til å få gjort andre arbeider, som i sommerbruddene. I sommer er det da stengt for togtrafikk i seks uker. Drammensbroen burde ha vært malt, og hvis den ikke males ganske snart må man rehabilitere hele broen. Men det er det ikke satt av penger til nå, så i stedet for å male den når det faktisk også er stengt for trafikk på strekningen på grunn av et annet prosjekt, blir ikke den muligheten utnyttet.”

“Banesjefen er den som bestiller prosjektene fra oss. Og når vi får prosjektbestillingene er det gjerne lenge etter man har tidsfrist for å bestille brudd. Da må man bare ta de bruddene som allerede er der. Jeg synes også at man bør prioritere hardere på å gjennomføre fornyelsesprosjekter på strekninger der man har gode brudd og mulighet til å få gjort en del arbeid. Da reduseres kompleksiteten i form av at man får bedre tid og ro på å gjennomføre ting. Og hvis man ser på de langsiktige planene som er meldt inn også, er det mye som er nødt til å skje i løpet av de neste fire årene. Men så er det ikke så mye etter det, og det er jo kanskje litt mystisk. Det er det jo kanskje naturlig å trekke en konklusjon om at de ikke helt har oversikt over hva som skal gjøres enda lenger frem i tid.”

5.3.2 Produksjonsplanlegging

Informantene mener at god planlegging av produksjonen er veldig viktig for å kartlegge og vurdere kompleksiteten i prosjektene.

“Men det er en ting som er ekstremt viktig for oss når man driver med så komplekse prosjekter, og det er planlegging. Produksjonsplanlegging er et nøkkelord for oss. Når vi planlegger bruddene, for eksempel ved et seks-ukers brudd, da planlegger vi ned på timenivå. Det er jo for det første for å finne ut hvor vi har slakken, hvor har vi marginene å gå på. Og for det andre, for å prøve og fange opp det som kan skje av uforutsette hendelser. Så vi gjør en del risikovurderinger og analyser i forkant for å se hvor er kritikaliteten, hva er den kritiske fasen. Så prøver vi å eliminere disse uforutsette hendelsene før de skjer da.”

5.3.3 Planlegger med slakk

I følge informantene vil det oppstå utfordringer som kan gi forsinkelser i de fleste prosjekter. En av strategiene for å unngå at forsinkelser fører til tidsoverskridelse for hele prosjektet er at det legges inn slakk mellom arbeidsoppgavene.

“Men forøvrig planlegger vi alltid med god margin, og vi har fått litt tilbakemeldinger på det etter brudd, at vi er tidligere ferdig enn bruddet. For eksempel på et brudd på ni dager, hadde vi planlagt at vi skulle være ferdig 24 timer før strekningen skal åpnes for trafikk igjen. Vi legger inn beregnet slakk, vår risikomargin, hvis vi ikke skulle bli ferdig etter planen fra vår side.”

På den annen side mener en av informantene at det også planlegges med for mye slakk.

“Vi har alltid marginer. Men jeg synes kanskje ikke man skal planlegge med veldig gode marginer. For det er en del som sier at vi skal legge inn den og den tidsbufferen i reservetid, og så skal vi kjøre over med testtog og slikt. Problemet med det er at vi mister fryktelig mye tid på det. For det er bare 48 timer vi har til rådighet, og hvis vi bruker opp mange av de timene på sånne sikringstiltak og kontroller, så synes jeg da at ofte stenger vi jernbanen unødvendig lenge uten at tiden benyttes fullt ut. Jeg synes egentlig det er bedre å planlegge så godt som man kan å bli ferdig på tiden, så får man heller akseptere at man av og til går over. For da får man i hvert fall brukt tiden mest mulig fornuftig.”

5.3.4 Prosjektstyring og -ledelse

Informantene forteller at det ofte er flere parallelle prosjekter i samme anleggsområde, særlig for vedlikeholds- og fornyelsesprosjekter. Dermed kan koordinering og logistikk mellom prosjekter være en kilde til kompleksitet.

“Det er alltid en leder for totalbrudd. Det begynte vi med på dobbeltspor Skøyen-Asker, hvor det ble etablert en funksjon som går på tvers av prosjektene. Da er det bestemt hvem som har hovedansvaret og beslutningsretten og slikt. Det er altså lederen for totalbrudd som tar for seg alle prosjektene, og så jobber man kontinuerlig fra hva skal man gjøre og hvor man skal gjøre det, til utføringen. Så har man ukentlige møter for å sikre at detaljene rundt både personell og maskiner er på plass. Så det er ganske spennende, til slutt så har man en stor og vanskelig kabal som skal gå opp med mange faktorer, interesser og meninger.”

En informant trakk frem viktigheten av en dyktig byggeleder som hele tiden har oversikt over prosessene, og som vet hvilke tiltak som kreves hvis de får en hendelse som fører til forsinkelser.

“Man må være tilstede og følge opp hvor lang tid ting tar. Så det skjer jo at ting blir forsinket og de ikke ferdig når entreprenørene sa at de skulle være ferdig. Da må man veldig tidlig vite om det er noen andre som blir påvirket av denne forsinkelsen. Må noen av arbeidsoppgavene roteres på og så videre. Man må hele tiden være veldig fleksibel i forhold til det. Det er jo en som koordinerer alt og må ha oversikt. Det er jo noen som klarer seg veldig bra

under et brudd, og det er veldig fascinerende å se, når byggelederen følger sine folk, han har nesten ikke tid til å spise for det er ting som skjer overalt som den må ha oversikt over.”

5.4 Dynamikk

Jernbaneinfrastrukturen er et system av komponenter som er sammensatt og koblet sammen. Endring i en av komponentene eller arbeidsoppgavene relatert til komponenten, kan dermed få større følger enn først forutsett. Dette kan være endringer i form av flere arbeidsoppgaver eller at det oppstår uforutsette hendelser og hvor de påfølgende tiltakene gir endringer i systemet. Dette beskriver flere av informantene som utfordrenden og knyttet til kompleksitet i et prosjekt.

“Ofte når man tenker på kompleksitet er det ringvirkningene, dynamikken i prosjektene, som nevnes. Det hvis man gjør en endring et sted, så får det så mange effekter andre steder også. Endringer underveis i prosjekter for eksempel, at man enten får uforutsette ting som fører til endringer, eller at det kommer ordre om endringer eller tilleggsoppgaver. På grunn av sammenkoblingene jernbane som system har mellom komponentene. Er det slik at det kan være vanskelig å se hele effekten av en endring, enten i form av usikkerhet rundt koblingene, eller at det får så store ringvirkninger at det vanskelig å få oversikt over alle effektene. Det er jo det at man har med seg de rette ressursene på et tidlig stadium, så man får avdekket slike ting som at hvis man endrer det og det, så er man klar over at det fører til det borti der. Og at ting kanskje få følger på helt andre steder. Og det er jo der man må ha en god jernbanekompetanse, og man må kanskje ha folk som er lokalkjent og som vet hva de driver med. Men det er veldig vanskelig hvis man har lite jernbanekunnskap, og så skal man bare stupe inn i dette her, og så ser man bare på den lille isolerte tingen der.”

“Gjør du en ting, så må du kanskje gjøre en annen ting, så videre fører til en tredje ting, og slik holder det på. Det ene fører til det andre. Det er utfordrende.”

“Det som er utfordrende for oss, for vi ser at mens vi holder på å jobbe frem dette prosjektet så kommer det jo gjerne sånne innspill fra sidelinjen, og kan vi ikke bare ta med dette i prosjektet også, ikke sant. Og slik fortsetter det. Senest forrige uke hadde vi møte i styringsgruppen på prosjektet, og da kom det en ny sak som man ønsker å ta inn i prosjektet. Og det er klart at det tar jo både tid og kostnader. Så da må vi vurdere og evaluere om vi kan ta inn denne nye aktiviteten. Og de kommer hele tiden de inn fra siden sånn. Det krever mye tid og ressurser hver gang når vi skal vurdere hva den endringen vil ha å si for resten av prosjektet.”

5.5 Lokasjon og eksisterende infrastruktur

Informantene beskriver at en viktig kilde til kompleksitet er om prosjektet griper inn i eksisterende infrastruktur. Spesielt for vedlikeholds- og fornyelsesprosjekter vil det være aktuelt. Det å ha oppdatert kunnskap og oversikt over eksisterende infrastruktur der gamle anlegg og eldre komponenter skal samvirke med det nye gjør at prosjektene oppleves mer komplekse. Det er mange retningslinjer og kvalitetsregler for hvordan jernbane skal bygges og hvordan nytt og gammelt skal kobles sammen, noe informantene beskriver som komplekst.

“Og så tenker jeg i forhold til det å fornye, så er det å bygge nytt som at du har et rent bord, også bare legger vi tingene lett der det skal være, man har blanke ark når man starter. Men når det er fornyelse som vi gjør en del av, har vi eksisterende infrastruktur å forholde oss til. Hvis vi har to komponenter som er gamle og må skiftes ut og det skal settes inn noe nytt, er det ofte at de nye har andre dimensjoner. Eller at det nye har en ny datateknologi, mens det andre fortsatt er analogt. Altså at det er mye mer komplekst enn å bare bygge nytt. Man har mye mer man må forholde seg til som allerede er på plass.”

“Det kan være noe så enkelt at man skal bytte skinner fra A til B. Og da er det ikke bare å tenke at vi bytter skinnen herifra til hit. For man må være klar over hva man kobler seg inn i mot, hvor det er hen. Det er jo regler som styrer det også, så man må jo sette seg inn i det. Overgang fra nytt til gammelt, det kan være forskjellige profiler på det du går inn i. Og da er det regler som sier noe om at man kan ikke bare legge en skjot her, den må kanskje være der borte, for det må være så lang avstand til neste skjot der igjen, og kanskje man har en bro i nærheten. Det er ikke bare å legge nye skinner med en annen profil inn mot en bro, da er det regler for avstander som styrer det. Så det er mange sånne ting.”

Jernbaneinfrastruktur er et system med komponenter som skal samhandle, det gjør at man må tenkte grundig gjennom alle mulige effekter av at en komponent skiftes ut. Disse gjensidig påvirkningene av enkeltkomponenter i infrastrukturen opplever informantene at øker kompleksiteten i prosjektene.

“Et annet eksempel er at man har system av sporveksler. Hvis man skal bytte en sporveksel her, og så ligger det også en litt lenger bort, da kan det være avhengigheter mellom de to der. Når den ene legges, går den andre i dekning som det heter. Skal man kjøre tog, legges den andre sporvekselen over slik at man har en sikring så man kan kjøre tog i motsatte retninger, uten at de kan møtes i samme spor da, fordi en veksel ligger feil. Så hvis en veksel legges, så vil en annen også flytte på seg, for sikkerhet. Men hvis den nye sporvekselen man installerer er av en annen type signalteknikk enn den andre, så er det jo ikke sikkert de klarer å snakke sammen lenger. Og der får man en utfordring med grensesnitt mot det. Så det må man jo ha tenkt gjennom på forhånd. Eller så står man der, og så er det ingenting som fungerer.”

I tillegg er geografiske lokasjon for anleggsområdet en faktor som kan gi mer kompleksitet i prosjektet. Både hvor lett det er å løse logistikken med maskiner og personell inn og ut av anleggsområdet, men også hvor det er lokalisert i forhold til annen jernbaneinfrastruktur.

“Det kan være geografiske årsaker som gjør at det blir komplekst. Ting kan jo ligge sånn til at det er veldig vanskelig å komme dit med maskiner for eksempel. Det kan jo gjøre at ting blir verre. At vi må se på alternative metoder for å få gjort ting så effektivt og billig som mulig. Og så er det jo hvilke anlegg man jobber i. Det er mye enklere å drive på en driftsbanegård for eksempel, hvor man bare har hensetting av tog og slikt. Det er enklere å få til noe der, enn det er på en stasjon som Oslo S eller Lillestrøm.”

Geologiske forhold påvirker hva slags type arbeid som må utføres for å sikre gode grunnforhold, samt hvordan det er mulig å utføre arbeidene.

“Vi forsøker å planlegge med slakk, men hvis ting tar lenger tid da, vi har jo opplevd det med sporvekselbytte at det er så dårlig grunnforhold at maskinene setter seg fast, og vi må gjøre noe med det. Da er det gamle sporet borte, vekslene er borte, og vi må ha inn det nye for rett og slett kunne kjøre i området igjen. Altså at maskinene må kjøre på de nye skinnene mens de forbedrer grunnforholdene. Det er ikke optimalt og tar veldig mye lenger tid. En gang var det så ille at vi først ble ferdig et døgn for sent for vi måtte kjøre pakkmaskinen så mye fordi det var så dårlige grunnforhold.”

5.6 Faglig kompetanse og personell

Fagpersoner er viktig, både for å planlegge prosjektene og gjennomføre prosjektene. Det er mange som jobber inn mot hvert enkelt jernbaneprosjekt, og informantene beskriver det som vanskelig å få tak i personer med nødvendig kompetanse og riktige kvalifikasjoner. Informantene vurderer kompetanse og erfaring som viktig for å håndtere kompleksitet. For å sikre god styring av komplekse prosjekter er det nødvendig å ha medarbeidere med erfaring, samt et tilgjengelig faglig nettverk.

5.6.1 Tilgang til nok fagpersoner med riktig kompetanse til rett tid

Alle informantene nevnte tilgang på kvalifisert personell som en utfordring i arbeidet med jernbaneprosjekter. For det første trengs det personer med jernbaneteknisk kunnskap i planleggingsfasen for en optimal utforming av prosjektet inklusiv tekniske løsninger. Deretter opplevde informantene det vanskelig å få tak i personer med riktig kompetanse til å utføre jobben, samt å gjennomføre kontroller.

“Og så er vi jo en bransje i sterk vekst, det er jo en del uerfarne folk inne som har bakgrunn ifra helt andre bransjer. Det er vanskelig å få tak i personell med god nok jernbaneerfaring. En ting er å ha ledelseskunnskaper, men man bør kunne litt om jernbane også når det er det man skal bygge.”

Det er generelt vanskelig å få tak i ressurser med riktig kompetanse med få entreprenører i markedet, men det gjelder også innad i Bane NOR.

“Hvis du har et komplekst prosjekt med flere fag involvert, så er det mer krevende med en gang når det gjelder ressurser. Fagressurser er alltid vanskelig. Det å få tak i riktige ressurser til riktig tid, og det at de faktisk forplikter seg

til å komme med en leveranse når vi trenger det, det er ofte veldig vanskelig. Og det gjelder ikke nødvendigvis kun entreprenører, det gjelder også våre egne ressurser. Det kan være sluttkontrollører på signal. Å få folk til å være på riktig sted til riktig tid er utfordrende.”

Mange av prosjektlederne og prosjektstyrerne har ikke selv jernbaneteknisk kompetanse, derfor er de helt avhengig av å kunne hente inn faglig støtte fra andre. En av informantene beskriver hvordan endringer hos Bane NOR økte kompleksiteten i hans prosjekt ved at de mangler tilgang til personer med jernbaneteknisk fagkompetanse som de kan rådføre seg med om løsninger.

“Etter omstrukturering og endret målstyring har vi mindre tilgang på bane-sjefens stab enn tidligere. De har jo veldig god fagkompetanse og er viktige støttespillere for jobben jeg har nå. Det at de i mindre og mindre grad får lov til å bidra fordi de har andre ting de blir målt på som de dermed heller må fokusere på er synd. Og det øker jo kompleksiteten for oss i prosjektene. De har jo den konkrete jernbanetekniske kunnskapen som vi andre er litt lettere på. Så det handler jo litt om å ha erfaring til å kunne si at dette er en god nok løsning, og dette fungerer her, men ikke nødvendigvis andre steder. Vi som prosjektledere er jo mer generalister enn spesialister, og selv om vi lærer oss ting hele tiden, så er det godt å ha noen med skikkelig fagkompetanse i ryggen. Jeg tror det at etter hvert er vi nødt til å ansette egne kontrollingeniører, som forhåpentligvis har den type kompetanse.”

I tillegg til mangel på personell med jernbaneteknisk fagkunnskap, opplever en av informantene også et behov for mer personell i planleggingen.

“Det at man har mer komplekse prosjekter medfører også at det er mulig å hente ut gevinster hvis man får til bedre planlegging. Men det har vi ikke personell til. Hvis man hadde planlagt bedre, kunne det vært kuttet mye kostnader. For eksempel hadde jeg et brudd hvor vi kunne klart oss uten hovedsikkerhetsvakt hvis vi hadde hatt tid til å planlegge bedre, og der kunne vi ha spart 600-800 000kr. Så når vi sparer på de ansatte så de ikke rekker å håndtere alle problemstillingene, så sparer man seg til fant på mange måter. Jeg tror det gjelder for mange prosjekter, også i utbygging, at man kunne spart mye hvis man hadde enda mer tid til planlegging.”

5.6.2 Erfaring og kompetanse

I komplekse prosjekter er riktig kompetanse viktig for å se sammenhenger og effekter av endringer før de utfolder seg. Gjennom teoretisk kunnskap og erfaring fra tidligere prosjekter oppnås en kompetanse som er avgjørende for å kjenne igjen dynamikken i komplekse prosjekter og at riktige tiltak velges.

“Endringer underveis i prosjekter for eksempel, at man enten får uforutsette ting som fører til endringer, eller at det kommer ordre om endringer eller tilleggsoppgaver. Da kan det være vanskelig å se hele effekten av en endring, enten i form av usikkerhet rundt koblingene, eller at det får så store ringvirkninger at det vanskelig å få oversikt over alle effektene. Da må man sørge for å ha med seg de rette ressursene på et tidlig stadium og gjennom hele prosjektet,

så man får avdekket slike ting som at hvis man endrer det og det, så er man klar over at det fører til det borti der. Og at ting kanskje får følger på helt andre steder. Og det er jo der man må ha en god jernbanekompetanse, og man må kanskje ha folk som er lokalkjent og som vet hva de driver med.”

I komplekse jernbaneprosjekter inngår mange fagretninger. Ingen kan være ekspert innenfor alle fagretningene. Over tid vil det kunne utvikles nettverk av personer med kompetanse innenfor de ulike fagretningene. Å ha noen å spørre om råd beskriver informantene som nyttig for komplekse prosjekter .

“Det nettverket jeg har rundt meg som jeg har bygd opp gjennom årene. Det er jo gull verdt, jeg vet jo akkurat hvem jeg skal gå til for å få svar. Så det er nok en stor utfordring for de som kommer rett fra skole eller rett fra oljebransjen inn i en slik stilling. Man må spørre for å få svar, og da må man vite hvem man skal spørre.”

Det å ha en større prosjektorganisasjon rundt seg, der man støtter hverandre og passer litt på hverandre beskriver to av informantene som veldig nyttig. Prosjektorganisasjonen i større prosjekter har flere fagpersoner og mer kompetanse er tilgjengelig, ofte organisert i et fagråd som skal støtte prosjektet. Informantene beskriver fagrådet som spesielt nyttig når fagtekniske spørsmål og problemstillinger oppstår.

“Jo mindre prosjektet er, jo mer vanskelig er det. Synes jeg da. På store prosjekter har man jo gjerne med et slags fagråd, som man kan spørre. Vi har et prosjekt nå på Oslo S som heter Samprosjektet, og der er det fagråd med folk fra ulike fag, og banesjefens folk og slikt. Da har man tilgang på alle de ulike fagfeltene. Og det må være noen som også kjenner litt til lokasjonen, vet hvordan ting er og hvordan prosjektet er. For hva som er det beste å gjøre, vil variere fra sted til sted og situasjon til situasjon. Jeg har også opplevd at når man sitter i en slik gruppe og drodler litt, så kommer man ofte frem til en løsning til slutt. Hvis man sitter alene og prøver å finne en løsning, blir man lett sittende fast. Men når man kan diskutere slik, finner man bedre løsninger. Så det fagrådet er veldig nyttig, da vet man akkurat hvem man skal gå til.”

“Det som har vært veldig viktig for meg i dette prosjektet er at vi har en veldig god, stor og robust prosjektorganisasjon. Det tror jeg har vært veldig viktig i forhold til det med kompleksitet og det å håndtere den også. Tidligere jobbet jeg med mange små fornyelsesprosjekter, og der var det ofte sånn at det egentlig var bare meg som jobbet med det prosjektet. Det var jeg som hadde de fleste rollene, både byggeleder og prosjektleder og SHA og så videre. Men nå har vi en mye større organisasjon så alle har sine definerte roller, og da blir det mye lettere også tror jeg å passe på at man får denne læringen og tar til seg disse tingene. For da er vi flere til å passe på, flere som har et ansvar da.”

5.7 Entreprenører

I de aller fleste av Bane NORs prosjekter er det entreprenører som gjennomfører selve arbeidet i prosjekter knyttet til jernbaneinfrastruktur. Kommunikasjon og samhandling med entreprenører er en potensiell kilde til kompleksitet beskriver informantene. De opplever at entreprenørene ofte undervurderer prosjektets omfang, vanskelighetsgrad, mangfold og krav til ressurser. Informantene innser imidlertid at dette er Bane NOR sitt ansvar. Det må settes krav til entreprenørene ved avtaleinngåelse, og det må være tettere oppfølgingen underveis i prosjektene. Bane NOR er byggeherre, og har dermed totalansvaret.

“Ofte så har det være svikt fra entreprenør, men det igjen faller jo litt tilbake på oss på at ikke vi har god nok kontroll på entreprenøren og at vi ikke har vært flinke nok til å følge opp, så det går jo på begge parter da. Jeg skal ikke sette entreprenørene i et dårlig lys, men jeg vil jo ofte si at de tar litt lett på ting. At de ikke putter på nok ressurser som de har tilbudt oss i tilbudet, de tenker at “nei, dette fikser vi” og så plutselig står de der uten materiell eller en maskin, de er ikke gode nok på å ha reserve tilgjengelig. Men igjen, det faller jo tilbake på oss, på hvilke krav vi stiller og hvordan vi følger opp. Men jeg tror av og til at de ikke helt skjønner mangfoldet og omfanget av prosjektene på forhånd.”

“Veldig ofte synes jeg at det er dårlig planlegging som fører til feil og forsinkelser, det er ting som kunne vært forutsett på forhånd. Jeg synes ofte at også entreprenørene ikke planlegger jobbene sine godt nok. Jeg synes ofte at vi har en relativt god plan, men så planlegger ikke entreprenøren detaljene godt nok.”

Informantene er opptatt av å ha et tett samarbeid med entreprenørene. Entreprenørene får store bøter hvis det blir tidsoverskridelser, og det er i alles interesse å bli ferdig på tiden.

“Man prøver å få alle sammen inn til samme målet. Og det er jo litt av ansvaret som prosjektledere og byggeledere på oppdragsgiver sin side som har da. Få samkjørt alle, og ha tett oppfølging, og at vi har full kontroll på dette her. Så må vi finne løsninger sammen med entreprenør. Selv om entreprenøren tabber seg ut og det medfører forsinkelse, står ikke vi der og ler av dem. Jeg er ikke tilhenger av å stå og se på at det går galt. Man må jobbe for å finne løsninger, og selv om man da hjelper entreprenøren, gjør jeg jo gjerne det for at vi skal komme i mål og vise frem til et godt resultat for min egen del også.”

Samme informant er opptatt av å få involvert entreprenørene tidlig i prosessen, så de også får et eierskap til arbeidet. Dette er utfordrende, men lykkes ikke Bane NOR med dette i komplekse prosjekter er det uheldig.

“Ja, det er så mange involverte. Du må få fanget oppmerksomheten til disse, og at de i en periode i lang tid i forkant har litt fokus på det her. At de er med på laget og. Det er jo ikke bestandig man får noe bra svar da. Hvis man spør: “hvor lang tid tror du at du kommer til å bruke på din jobb?”. Så er det ofte man får “ja, nei, jeg vet ikke, 6 timer, 8, 10, 12, det er vanskelig å si” til svar da. Men man må ha det inn i planen. Og det er jo ikke alle som har samme interesse for det da, for de skal jo bare inn å gjøre sin jobb, og så ut igjen. Det å få dem med på laget, og at vi alle jobber mot det samme målet, det er ofte utfordrende.”

5.8 Interessenter

Informantene har ulike oppfatning av hvordan omgivelsene og interessenter påvirker og gjør prosjektene mer komplekse. En informant beskriver situasjoner der politiske beslutninger, organisasjoner eller interessenter bidrar til endringer etter at prosjektet er planlagt, dette øker kompleksiteten i prosjektene.

“En ting er når man jobber med tekniske løsninger og konstruksjoner, det er jo i og for seg krevende nok, men når man får sånne ting i tillegg, da blir det vanskelig. Vi jobber og fokuserer på helt andre ting, sørger for at det er en framdriftsplan på plass, og har planlagt underbygning og hvor sporet skal gå. Så man har liksom kommet seg forbi kompleksiteten relatert til det faglige, så kommer omgivelsene og roter det til. Enten det er endring i politiske beslutninger, eller andre ting som gjør at vi må gjøre endringer. Det blir mye omarbeid i hvert fall.”

Prosjekter lokalisert i tettbygd strøk vil ha mange interessenter. Disse skal informeres og høres, noe som kan føre til ekstra arbeidsoppgaver og påvirke organiseringen av arbeidet i prosjektet.

“Så er det jo en annen ting som bidrar, det er når man må gjøre noe som berører naboene. Så det er noe som kan være veldig enkelt når man er i upløyd mark, for da er det ikke så mange som bryr seg, men er det veldig tett bebyggd langs strekningen man har, så må man ta mange hensyn til det. Eller i prosjekter hvor man har veldig mange interessenter, som utbyggere og næringslivsorganisasjoner. Altså det er en kompleksitet i forhold til interesse som presser på og gjør at arbeidsomfanget blir påvirket av ting som du ikke helt selv rår over, og som ikke i utgangspunktet er en del av arbeidsoppgavene dine.”

De siste årene har det vært en økt økonomisk satsning på jernbane, og fokus på at flere må reise kollektivt. Det fører med seg at flere følger med og har meninger om jernbane-prosjektene som utføres.

“Jernbanen har jo fått mye mer fokus, både fått mer penger, men også fått mer fokus i samfunnet. Da får du jo også flere øyne på deg, og det forventes mer. Det er også mange flere som tar tog nå, enn for noen år siden. Så da er det kritikk som hagler når ting ikke går som de skal.”

Kapittel 6

Diskusjon

Hovedfokuset for diskusjonen vil være den utviklede veilederen for vurdering av kompleksitet i jernbaneprosjekter i regi av Bane NOR. Først drøftes behovet for en definisjon eller en forklaring av kompleksitet. Deretter begrunnes innhold og struktur i veilederen samt hvordan veilederen er tenkt brukt i praksis.

For at en veileder skal ha betydning bør et behov for å vurdere kompleksitet i prosjekter være tilstede. Den er først nyttig i praksis når den besvarer et opplevd behov. Erfaringer fra litteraturgjennomgang og intervjuene med informantene bekrefter at kompleksitet er relevant i jernbaneprosjekter. Tre rammeverk, Geraldi mfl. (2011), Bosch-Rekveldt mfl. (2011) og Chapman (2016), ble valgt som teoretisk grunnlag med bakgrunn i sin relevans for utvikling av veilederen for kartlegging av kompleksitet i jernbaneprosjekter i Norge. Hovedinntrykk fra intervjuene med prosjektledere og prosjektstyrer i Bane NOR er at kompleksitet er en aktuell utfordring i deres hverdag. Informantene beskriver det utfordrende å håndtere kompleksitet blant annet når prosjektene griper inn i eksisterende infrastruktur, når det er nødvendig at flere jernbanetekniske fagfelt samarbeider eller når de opplever det utfordrende å skaffe til veie riktig kompetanse. Utover å demonstrere et behov, bidrar også litteraturgjennomgangen og innhenting av empiri med kunnskap til utvikling av en veileder for vurdering av kompleksitet i Bane NORs prosjekter. Kunnskap og erfaring som inngår i veilederen, samt dens struktur, elementer og oppbygning med forklaringer diskuteres nærmere i kapitlet.

6.1 Definisjon eller forklaring?

Kompleksitet er et begrep som kan være vanskelig å forstå og erkjenne hva det i praksis innebærer. Hva som inngår i begrepet kompleksitet varierer mellom bransjer og fagfelt, og om det benyttes en teoretisk eller praktisk tilnærming. Gjennomgang av litteratur viste ingen enighet om en definisjon. I kapittel 2.2 ble det presentert et utvalg definisjoner av kompleksitet hentet fra artikler og litteratur. I en teoretisk tilnærming til kompleksitet fokuseres det på å definere hva som inngår i begrepet og hva som ikke gjør det. I de fleste artiklene angis en tilrettelagt definisjon til den enkelte studie, tilpasset aktuell bransje og fagfelt. Felles for de fleste definisjonene er at de inkluderte de to prinsippene om mangfold i elementer og gjensidig avhengighet mellom elementer i prosjekter som betegnes som komplekse. I tillegg ble nyanser og ytterligere begreper lagt til som konkretiserte og

utfylte en spesifikk forståelse. I denne studien har det vært et mål å bidra med en mer praktisk tilnærming til kompleksitet i jernbaneprosjekter. Intervjuene med informantene fra Bane NOR gir heller ikke ensartede og konkrete beskrivelser av kompleksitet, da de har forskjellige oppfatninger og tilnærminger til hva det faktisk innebærer.

En avklart definisjon av kompleksitet er ikke nødvendig for å kunne bruke veilederen i praksis. Derimot bør veilederen inneholde et teoretisk grunnlag for hva kompleksitet er, slik at brukeren har mulighet til å få bekreftet sin forståelse og få et begrepsapparat. Det kan være mer hensiktsmessig å gi en forklaring på hva kompleksitet kan være, heller enn en spesifikk definisjon. Derfor er det formulert en mer omfattende forklaring for kompleksitet inspirert av definisjonen til Vidal og Marle (2008):

Kompleksitet er forhold som gjør det vanskelig å forstå, forutse og kontrollere prosjektets forløp, selv om det foreligger tilnærmet komplett informasjon om prosjektets elementer. Kompleksitet påvirkes av faktorer relatert til prosjektets størrelse, usikkerhet, mangfold, antall interessenter, omgivelser og gjensidig avhengighet mellom komponenter og oppgaver.

6.1.1 Tilsvarer komplisert, vanskelig og utfordrende noe kompleks?

Geraldi mfl. (2011) beskrev utfordringer når det gjaldt nomenklatur for kompleksitet. Skal man følge den mer teoretiske tilnærmingen til kompleksitet skiller det mellom begreperne kompleksitet og komplisert. Teoretikerne hevder at begrepet kompleksitet, inspirert fra kompleksitetsteorien, omhandler utvikling, dynamikk, ikke-linearitet og andre typer adferd til stede i et system av gjensidig avhengige elementer (Geraldi mfl. 2011). Den teoretiske begrepsbruken knyttet til kompleksitet var ikke i samsvar med den allmenne begrepsbruken (Geraldi mfl. 2011). En teoretisk definisjon viste seg å være mer snever enn det kompleksitet i dagligtalen omhandler. Dette understøttes av informantene i denne studien ved at de omtalte kompleksitet eller kilder til kompleksitet ved å bruke andre ord. Da informantene snakket om at forhold var kompliserte, utfordrende eller vanskelige, brukte de eksempler på elementer som også er kilder til kompleksitet. Altså brukes "komplisert" ofte i dagligtale om komplekse prosjekter. Dette er i tråd med Geraldi mfl. (2011) som også valgte å bruke den allmenne forståelsen av kompleksitet, altså at komplisert og kompleks begge omtaler kompleksitet.

Som nevnt i kapittel 6.1 inneholder de fleste definisjoner for kompleksitet dimensjoner relatert til mangfold og gjensidig avhengighet mellom elementer i prosjekter. Dette er dimensjoner som også vil være til stede i et komplisert prosjekt. Der informantene omtaler at kilder og forhold i prosjekter gjør det komplisert, vanskelig eller utfordrende, kan de samme kildene gjenfinnes i litteraturen som kilder til kompleksitet. I tillegg snakker informantene om utfordringer og problemer som oppstår fordi de ikke er kartlagt gjennom noen av dagens rutiner. Flere av temaene informantene nevnte er nå innbakt for kartlegging i veilederen. Dermed kunne problemene vært unngått ved bruk av veilederen utarbeidet i denne studien.

Målet er at veilederen skal ha en praktisk nytteverdi hvor det legges til rette for forståelse og bruk ut over den teoretiske tilnærmingen. Gjennom bruk av veilederen skal prosjekter styres mer effektivt og målet er at det skal oppstå færre uforutsette hendelser. Flere dimensjoner av prosjekter enn kun de som omtales som komplekse vil avdekkes som en bi-effekt

av kartleggingen, og dermed ha en nytteverdi ut over det som inngår i en streng og begrenset betydning av kompleksitet. Derfor tolkes det informantene omtaler som kompliserte, vanskelige og utfordrende som kilder til kompleksitet, og dermed inngår disse elementene i veilederen for kartlegging og vurdering. Kunnskap fra informantene som kom frem i intervjuene er inkludert og er et viktig grunnlag for hva som inngår i veilederen. Dette er illustrert i figur 6.1.

6.2 Oppbygning og innhold i veilederen

I litteraturgjennomgangen ble det tydelig at de fleste rammeverk tar utgangspunkt i teori, støtter det med empiri gjennom intervjuer og casestudie, og deretter angir karakteristikker og kategorisering av disse som inngår i det foreslåtte rammeverket. Min vurdering var imidlertid at rammeverkene ikke umiddelbart kunne tas i praktisk bruk. Bosch-Rekveldt mfl. (2011) ga en liten veiledning for hvordan rammeverket deres kunne være nyttig ved at man gjennom kartleggingen ville bli klar over kildene, og dermed ha ekstra fokus på dem i tidlig-fase planlegging.

Det er et mål at veilederen for kartlegging av kompleksitet i Bane NORs jernbaneprosjekter skal være lett å forstå og enkel og ta i bruk. Det skal ikke være nødvendig å ha mye kunnskap om kompleksitet, eller å ha lest denne oppgaven på forhånd. I kapittel 7 er veilederen for kartlegging av kompleksitet i Bane NORs jernbaneprosjekter helhetlig presentert. Enkelte ansatte i Bane NOR, eksempelvis ansvarlig for kvalitetssikring i prosjekter, kan ha interesse og nytte av å lese hele oppgaven. For prosjektledere og prosjektstyrere skal det være nok å ha tilgang til veilederen slik den er presentert i kapittel 7. I introduksjonen til veilederen presenteres derfor en forklaring av begrepet kompleksitet og begrunnelse av hvorfor kildene til kompleksitet bør kartlegges. Deretter gis det retningslinjer for hvordan veilederen skal brukes, før en tabell med karakteristikkene gis. I tillegg er det lagt ved en beskrivelse av hver kategori og underkategori som brukerne kan benytte som et slags oppslagsverk hvis de er usikre på hva de ulike kategoriene og underkategoriene omfatter.

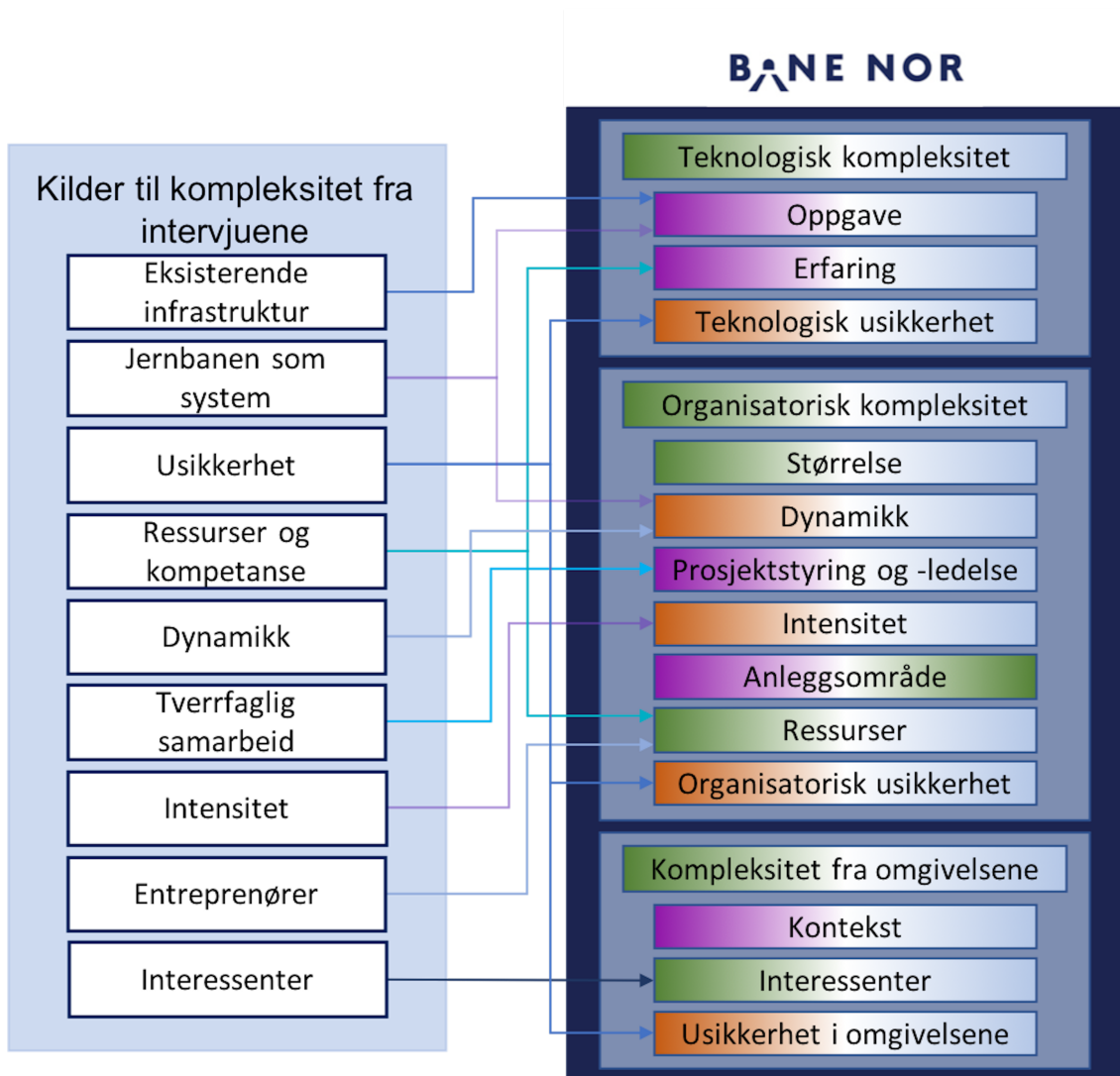
6.2.1 Struktur

Geraldi mfl. (2011) og Chapman (2016) valgte liknende strukturer for sine rammeverk. De har to nivåer, der det øverste nivået har respektive fem og seks kategorier, hvor hver kategori inneholder neste nivå med karakteristikk. Karakteristikkene skal bidra i kartlegging og vurdering av hvilke kilder til kompleksitet som er til stede i gjeldende prosjekt. Bosch-Rekveldt mfl. (2011) valgte å inkludere ytterligere ett nivå i deres rammeverk med tre overordnede kategorier, og underkategorier tilhørende disse. Innenfor hver underkategori anga Bosch-Rekveldt mfl. (2011) karakteristikk slik som de to andre rammeverkene. Bosch-Rekveldt mfl. (2011) argumenterte for denne oppbygningen ved at den muliggjør aggregering oppover, slik at det blir enkelt å få oversikt over hvor i prosjektet de største kildene til kompleksitet er. Er det i den teknologiske løsningen, er det organiseringen av prosjektet, eller er det forhold i omgivelsene som er størst kilde til kompleksitet? I veilederen ble det valgt å følge Bosch-Rekveldt mfl. (2011) sin struktur med tre overordnede kategorier, som videre er delt inn i underkategorier med tilhørende karakteristikk. Valget av en struktur med tre nivåer ble gjort fordi Bosch-Rekveldt mfl. (2011) sitt rammeverk fremstår praktisk, oversiktlig og lettere å sette seg inn i enn de to andre rammeverkene.

6.2.2 Hvilke kilder inngår i Bane NORs veileder

I intervjuene kom det frem flere forhold som informantene opplevde er kilder til kompleksitet i jernbaneprosjekter. Gjennom analysen av det transkriberte materialet fra intervjuene ble kilder til kompleksitet knyttet opp mot underkategorier i veilederen, slik at disse kildene kartlegges i veilederen.

Figur 6.1 viser hvordan funn fra intervjuene og de tre rammeverkene sammen har innvirket i oppbygning av den utviklede Bane NOR-veilederen. Til venstre i figuren er kildene informantene opplever som de viktigste kildene til kompleksitet i deres prosjekter. På høyre side er oppbygningen av Bane NORs rammeverk med de tre kategoriene og tilhørende underkategorier. Rektangelenes farger viser hvilke av de tre rammeverkene kategorien og underkategorien er hentet fra. Grønn viser kategorier og underkategorier fra Bosch-Rekvelde mfl. (2011), lilla er Chapman (2016) sine, og de oransje er hentet fra Geraldini mfl. (2011). Pilene viser i hvilke kategorier det finnes karakteristikker som vurderer de respektive kildene angitt av informantene.



Figur 6.1: Bane NORs veileder med kilder fra intervjuene

Som figuren viser er kildene til kompleksitet informantene berørte også omtalt i minst ett av de tre rammeverkene. Flere av informantene beskrev de samme kildene til kompleksitet, men bare én informant nevnte utfordringer knyttet til logistikk og hvordan dette er en kilde til kompleksitet på anleggsområdet. Chapman (2016) og Bosch-Rekveldt mfl. (2011) drøfter begge hvordan lokasjon og logistikk kan være en kilde til kompleksitet. Derfor er *anleggsområde* tatt med som en underkategori, selv om det bare var én av informantene som sa det var en kilde til kompleksitet.

Flere av informantene beskriver at det er et stort fokus på usikkerhet og risikostyring i Bane NOR. Det skal gjøres kontinuerlige evalueringer og vurderinger av risiko, spesielt ved endringer i prosjektet. Selv om det allerede er mye fokus på risiko oppfatter informantene at usikkerhet i ulike former er en kilde til kompleksitet. Usikkerheten forekommer ofte når de har lite erfaring med fagfelt og teknologi, men også ved at de ikke alltid kan forutse hvordan infrastrukturen vil respondere på inngripen og endringer. I litteraturen er det for det meste enighet om at usikkerhet er en viktig kilde til kompleksitet. Geraldi mfl. (2011) har en egen kategori for kartlegging av usikkerhet. Chapman (2016) har ingen egen kategori hvor usikkerheten i prosjektet vurderes, men har enkelte karakteristikker som kan relateres til usikkerhet. Bosch-Rekveldt mfl. (2011) har valgt å dele usikkerheten i tre etter de overordnede kategoriene; teknologisk usikkerhet, organisatorisk usikkerhet og usikkerhet fra omgivelsene. Ettersom usikkerhet er en viktig kilde til kompleksitet, og vil forekomme i ulike former avhengig av hva i prosjektet den knyttes mot, virker det hensiktsmessig å dele den opp etter område. Usikkerhet i omgivelsene krever en annen type tiltak enn teknologisk usikkerhet. Derfor er Bosch-Rekveldt mfl. (2011) sin måte med tre underkategorier for usikkerhet valgt for Bane NOR-veilederen for å kartlegge usikkerhet og hvordan den innvirker på kompleksitet.

Det systemet av komponenter som inngår i jernbanen vil i seg selv være komplekst med et variert mangfold i komponentene og en stor grad av gjensidig avhengighet mellom dem. Informantene beskriver at de fagtekniske forholdene ved jernbane og dynamikken i systemet gjør at det er veldig komplekst å jobbe inn i et slikt system. På et mer generelt nivå beskrives disse egenskapene gjennom strukturell kompleksitet og dynamikk hos Geraldi mfl. (2011) og prosjektets oppgaver hos Chapman (2016). I Bane NORs veileder dekkes denne kilden til kompleksitet gjennom vurdering av karakteristikker i underkategoriene *oppgave* og *dynamikk*.

Som nevnt over er det en stor grad av gjensidig avhengighet mellom komponenter i jernbanen. Dette krever tverrfaglig samarbeid mellom de ulike jernbanetekniske fagfeltene. Når en av informantene skal beskrive hva som forbindes med begrepet kompleksitet er svaret:

“Jeg tenker først og fremst på tverrfaglighet, at man hele tiden må vite hvilke konsekvenser det har for andre fag.”

Dermed må det i organiseringen av prosjektet legges til rette for tverrfaglig samarbeid mellom prosjektets faggruppe og ressurspersoner. I motsatt fall kan det tverrfaglige samarbeidet hemmes, og dermed være en kilde til kompleksitet. Denne kilden til kompleksitet vurderes i liten grad i rammeverkene. Geraldi mfl. (2011) og Chapman (2016) har karakteristikker for kommunikasjon mellom parter i prosjektet, men det er lite fokus på kravet til tverrfaglighet. Siden dette nevnes som en viktig kilde til kompleksitet av informantene, kartlegges det i underkategorien *prosjektstyring og -ledelse*.

Alle informantene nevner at prosjekter som skal gripe inn i eksisterende infrastruktur alltid er ekstra utfordrende. Chapman (2016) vurderer også at arbeid inn i eksisterende infrastruktur er en kilde til kompleksitet. Forutsetningene for hvilke metoder og komponenter som er mest effektive å anvende vil variere avhengig av hva som er til stede i den eksisterende infrastrukturen. Det er mange standarder og retningslinjer som legger begrensninger for hvordan ting kan gjøres, og i tillegg er ofte, som både informantene og Chapman (2016) beskriver, tegningsgrunnlaget feil eller manglende når det skal planlegges. Informanten som hovedsaklig jobber i utbyggingsprosjekter, beskriver at noe av det mest komplekse de jobber med er når de skal koble nybygde spor inn mot eksisterende gamle spor. Denne kilden til kompleksitet vurderes gjennom underkategoriene *oppgave* og *teknologisk usikkerhet*.

Geraldi mfl. (2011) har en egen kategori i sitt rammeverk for intensitet, hvor tidspress og tempo i arbeidsoppgavene vurderes. Fornyelses- og vedlikeholdsprosjekter i jernbaneinfrastrukturen krever at sporet må stenges for trafikk, som hindrer at det kjøres persontog eller godstog når arbeidet pågår. Dermed ønsker man å få gjort mest mulig arbeid når sporet først er stengt for trafikk og tidsfristene oppleves som absolutte på grunn av store økonomiske konsekvenser ved forsinkelser. Årsakene til forsinkelser trenger ikke ha sammenheng med eller ha sin årsak i prosjektets kompleksitet. Men i et komplekst prosjekt vil konsekvenser av forsinkelser forplante seg og bli større enn i prosjekter der det ikke i like stor grad er gjensidig avhengighet mellom arbeidsoppgavene. Informantene beskriver at de legger inn tidsslakk langs den kritiske produksjonslinjen, dermed får ikke slike ringvirkninger samme mulighet til å forplante seg. Når det legges inn slakk vil det også bety at det er mindre tid tilgjengelig til å gjennomføre det totale arbeidet i prosjektet, fordi noe tid er satt av til å håndtere utfordringer eller forsinkelser som oppstår underveis. Intensitet, det vil si liten mulighet til å legge inn slakk, vil være med på å forsterke effektene av kompleksitet. Intensitet har dermed fått en egen underkategori under organisatorisk kompleksitet.

Informantene beskriver at komplekse prosjekter trenger personell med kompetanse og erfaring. De erfarer at de er i en bransje i vekst og at det er vanskelig å få tak i kvalifisert personell med jernbaneteknisk kompetanse. Mange av prosjektlederne er nyutdannet eller nylig ansatt og har erfaring fra andre bransjer. For disse prosjektlederne blir det utfordrende å håndtere komplekse prosjekter. De beskriver kvalifiserte og kompetente fagpersoner som mangelvare både internt og eksternt. Under planlegging og gjennomføring av store prosjekter der mange fagfelt er involvert, er tilgjengelighet til riktig kompetanse til riktig tid en utfordring, slik denne informanten beskriver:

“Hvis du har et komplekst prosjekt med flere fag involvert, så er det mer krevende med en gang når det gjelder ressurser.”

Ressurstilgang er i seg selv ikke en kilde til kompleksitet, men mangel på ressurser både i planlegging- og utførelsesfasen av prosjektet vil være en kilde til kompleksitet. Uten tilgang på riktig kompetanse kan det føre til valg av sub-optimale løsninger som i verste fall fører til ytterligere kompleksitet i prosjektet. I underkategorien *ressurser* er det flere karakteristikker som vurderes, og tilgang på kvalifiserte fagpersoner ansatt i Bane NOR og eksternt, er en av dem.

Bane NOR planlegger fornyelses- og utbyggingsprosjekter, men selve prosjektutførelsen er det en eller flere entreprenører som står for. Dette setter krav til samarbeidet med entreprenørene. Fire informanter trekker frem utfordringer i samhandling med entreprenører.

I anbudstilbudet beskriver entreprenørene at de skal bemanne prosjektet med personer med spesifikk type kompetanse. Men når prosjektet faktisk starter opp er ofte ikke den spesifiserte kompetansen på plass. Informantene erkjenner at dette også krever mer av prosjektlederene i Bane NOR med tanke på å følge opp entreprenørene. Dermed vil et dårlig samarbeid, eller entreprenører som ikke gjør som de sier, være en kilde til kompleksitet. Bosch-Rekveltdt mfl. (2011) vurderer denne kilden til kompleksitet i underkategorien *tillit*. Tilliten til entreprenør vil i Bane NORs rammeverk vurderes i underkategorien *ressurser*.

Jernbanen har en viktig posisjon i samfunnet. Transport med jernbane er en essensiell infrastruktur som har betydning for mange. Jernbaneprosjekter representerer dermed ofte et stort mangfold av interessenter som er preget av mange ulike aktører. Alle de reisende er en viktig interessent, men også politikere og ansvarlige myndigheter i samfunnet, naboer til infrastrukturen, miljøvernaktivister og togoperatører vil være viktige interessenter i jernbaneprosjekter. Ikke alle interessenter vil i like stor grad ønske å påvirke prosjektet, men det er likevel viktig å kartlegge, vurdere og ta hensyn til alle. Interessenter med makt, som ledelsen i Bane NOR eller politikere gjennom politiske beslutninger, vil være den viktigste kilden til kompleksitet, da deres beslutninger kan medføre store endringer i prosjektet. Alle de tre rammeverkene har karakteristikk som vurderer interessenter i prosjektet og deres holdninger til prosjektet. Også i Bane NORs veileder skal interessentene vurderes. Hvorvidt de er en potensiell kilde til kompleksitet vurderes i underkategorien *interessenter*.

Endringer underveis i prosjekter er mer regelen enn unntaket. Geraldi mfl. (2011) beskrev hvordan endringer kunne føre til kaos, omarbeid (eng: rework) eller ineffektivt arbeid. Flere av informantene beskriver at de har opplevd endringer tett opp mot byggestart slik at nesten hele planleggingsarbeidet måtte gjøres om igjen. Også mindre endringer underveis er vanlig og krever fortløpende vurderinger og analyser av effekter endringen kan få.

“Det hvis man gjør en endring et sted, så får det så mange effekter andre steder også. Endringer underveis i prosjekter for eksempel, at man enten får uforutsette ting som fører til endringer, eller at det kommer ordre om endringer eller tilleggsoppgaver.”

I komplekse prosjekter vil konsekvensene av endringer være vanskeligere å forutse relatert til graden av gjensidig avhengighet mellom komponentene og prosjektelementene. I tillegg vil ringvirkningene få større omfang, sammenlignet med mindre komplekse prosjekter. Dynamikk er derfor inkludert som en underkategori i veilederen hvor det vurderes hvor utsatt prosjektet er for endringer, og hvor gjensidig avhengige prosjektelementene er av hverandre.

Som det fremgår av figur 6.1 er det også underkategorier i veilederen som skal vurdere kilder til kompleksitet som ikke er nevnt av informantene. Disse er hentet fra rammeverkene fordi de er vurdert som relevante for Bane NORs jernbaneprosjekter. Det kunne nok vært inkludert flere karakteristikk, underkategorier og kategorier i veilederen, men målet om en oversiktlig, enkel og lett forståelig veileder gjorde at omfanget bevisst ble begrenset.

6.2.3 Håndtere kompleksitet

En av informantene beskriver kompleksitet som en iboende egenskap ved prosjekt, det må aksepteres er til stede i en viss grad, akkurat som usikkerhet. Prosjekter med god prosjektstyring kan være effektive og suksessfulle, på tross av mange kilder til kompleksitet, og mye kompleksitet i prosjektet. Er det bevissthet rundt hvor kildene til kompleksitet er i prosjekter, hvor det kan oppstå problemer med potensielt store ringvirkninger ved endringer og andre forhold ved kompleksitet i prosjekter, kan det håndteres slik at de negative sidene ved kompleksitet reduseres.

I litteraturen refereres det lite til konkrete tiltak for å håndtere kompleksiteten. Av de tre utvalgte rammeverkene er det kun Bosch-Rekveltdt mfl. (2011) som nevner noe om håndtering av kompleksitet. De beskriver at gjennom anvendelse av deres rammeverk blir prosjektorganisasjonen klar over hva det er i aktuelt prosjekt som er kilde til kompleksitet. Dermed mener Bosch-Rekveltdt mfl. (2011) at prosjektgruppen kan gjøre ekstra tiltak i planleggingsfasen og senere i prosjektgjennomføringen for å håndtere kompleksiteten. De eksemplifiserer dette ved å beskrive hvordan prosjekter med høy organisatorisk kompleksitet bør ha prosjektledere og prosjektstyrer med lang ledelses- og prosjektstyringserfaring. Ved høy teknologisk kompleksitet bør det være en prosjektleder eller prosjektstyrer med teknologisk kompetanse og erfaring som har innsikt i de teknologiske løsningene ut over det den mer generelle prosjektleder eller prosjektstyrer har.

Flere av informantene reflekterte mer rundt hvordan de håndterte kompleksitet, enn hva som var kilder til den opplevde kompleksiteten. I veilederen er det inkludert noen forslag til tiltak for å håndtere kompleksitet. Hvilke kilder til kompleksitet som er til stede i et prosjekt vil avhenge av mange variabler, derfor er det vanskelig å gi en konkret fasit på tiltak til hver karakteristikk. Gjennom intervjuene kom det imidlertid frem mer generelle overordnede tiltak de mener er viktige for å håndtere kompleksiteten. I og med at det er få forslag til tiltak i litteraturen, og at man ønsker å gi forslag mest mulig tilpasset jernbaneprosjekter, blir forslagene til tiltak i veilederen kun basert på informantenes utsagn og forfatterens egen erfaring og kunnskap. Der det ikke er gitt forslag til tiltak vil det være opp til prosjektleder og prosjektstyrer og resten av prosjektgruppen å bruke sin erfaring og kompetanse til å komme frem til tiltak som kan være effektive i akkurat deres prosjektsituasjon. De må også kunne gjøre en selvstendig vurdering av om de forslåtte tiltakene er relevante for aktuelt prosjekt, da dette som nevnt vil avhenge mye av prosjektets kontekst, omgivelser og teknologiske løsninger.

Et begrep som går igjen hos alle informantene når det gjelder håndtering av kompleksitet, er planlegging. Enten i form av generell planlegging, produksjonsplanlegging, detaljplanlegging eller tidsplanlegging. God planlegging er en nøkkelaktivitet for å håndtere kompleksitet, ved at så og si alle mulige uforutsette hendelser er eliminert, håndtert eller at en plan B på forhånd har blitt utviklet.

Videre vurderes det av informantene at erfaring er svært viktig når det kommer til det å kjenne igjen typiske kilder til kompleksitet, hvilke effekter kompleksitet kan ha på prosjekter, og hvordan man skal håndtere kompleksiteten for at et prosjekt skal få best mulig resultat. Erfaring går på å kjenne igjen hvordan det har vært i liknende prosjekter, og dermed kan prosjektleder eller prosjektstyrer ta med seg det de har opplevd tidligere inn i håndteringen av kompleksitet i pågående eller nye prosjekter. Har de arbeidet i et prosjekt tidligere hvor en liknende problemstilling har oppstått, eller andre forhold er de samme

kan det reflekteres rundt hva som skjedde, hvilke tiltak som ble gjort, og hvordan effekten var av disse tiltakene. Hadde tiltakene god effekt, kan de samme forsøkes i aktuelt prosjekt. Hadde de derimot lite eller dårlig effekt, bør det vurderes andre mer hensiktsmessige tiltak. Gjennom erfaring opparbeides kompetanse på ulike tiltak for håndtering av kompleksiteten. Her blir det altså viktig med et godt samarbeid mellom alle i prosjektgruppen slik at alle bruker sin tidligere erfaring til hjelp inn i prosjektet. Kan det kjennes igjen trekk ved prosjekter som gjøre at man vet hvordan liknende prosjekter typisk har oppført seg tidligere, vil det være viktige innspill til håndtering av kompleksitet og hva som kan forventes i aktuelt prosjekt.

Flere av informantene beskriver manglende tilgang på riktig kompetanse som en kilde til kompleksitet. Det er vanlig i dag at prosjektledere og prosjektstyrere har lite jernbaneteknisk utdanning, men opparbeider seg jernbanetekniske kunnskap gjennom praksis og arbeid med prosjekter. Dermed vil det være viktig at prosjektledere og prosjektstyrere har personell med fagkompetanse tilgjengelig som de kan rådføre seg med for å vite hva de fortrinnsvis skal gjøre i de ulike situasjonene og hva som kan være de mest optimale løsningene. I prosjekter hvor prosjektledere og/eller prosjektstyrer har lite jernbaneteknisk kompetanse, bør det etableres formelle støttefunksjoner med kapasitet og tid til å bidra og med kommunikasjonskanaler slik at prosjektleder og prosjektstyrer vet akkurat hvem de skal kontakte for å få komplementert med nødvendig kompetanse til rett tid. Dermed sikres det at de organisatoriske valgene og beslutningene som tas, også er gode med hensyn til teknologiske forhold.

Usikkerhet og kompleksitet er to fenomener som er tett relatert. Dersom de to vurderes som to uavhengige fenomener, kan det resultere i en undervurdering av synergieffektene som oppstår når kilder til kompleksitet og usikkerhet samhandler (Qazi mfl. 2016). Dette fører videre til at man ikke velger den beste, men snarere en suboptimal strategi for å håndtere både usikkerhet og kompleksitet. Flere av informantene beskriver at mye av kompleksiteten og kildene til kompleksitet i et prosjekt nok allerede delvis håndteres gjennom rutinene de har for usikkerhets- og risikoanalyser. Der vurderes ikke kompleksitet direkte, men siden usikkerhet er en så sentral kilde til kompleksitet, reduseres kompleksiteten indirekte gjennom at usikkerheten vurderes og reduseres. Derfor bør vurderingen av kompleksitet inngå i kvalitetssystemer og utføres i sammenheng med usikkerhets- og risikoanalyser som allerede gjøres i Bane NORs prosjekter.

6.3 Begrensninger

Den utviklede veilederen bør betraktes som en første versjon. Med utgangspunkt i forskningsspørsmålene ble en kvalitativ metode med både teoretisk og empirisk datagrunnlag valgt. En kvalitativ tilnærming fremstår nå i etterkant også som den mest hensiktsmessige metoden. Utvalget av informanter kunne derimot kanskje med fordel ha vært supplert med flere informanter med erfaring fra utbyggingsprosjekter. Alle informantene med unntak av én jobbet hovedsakelig med fornyelsesprosjekter. Veilederen kan muligens bære noe preg av at de fleste erfaringene er fra informanter som har jobbet mest med fornyelsesprosjekter.

Seks personer ble intervjuet. Dette kan i noen sammenhenger være litt få. Det er en mulighet for at enda flere kilder til kompleksitet, og ytterligere forståelse av hvordan

kompleksitet forekommer i jernbaneprosjekter kunne vært avdekket hvis flere informanter hadde vært intervjuet. Det kan være at datainnsamlingsmetoden fokusgruppeintervju kunne vært egnet. Da kunne flere personer bli intervjuet samtidig og dialogen dem i mellom i fokusgruppen kunne gitt en merverdi ved at selve diskusjonen hadde frembrakt mer enn intervju med hver enkelt hadde fått frem. Dette kan være en anbefaling for fremtidig arbeid med forbedring av veilederen. Å samle eksperter i fokusgruppeintervju kan være en effektiv måte å få frem erfaringer. På den annen side vet vi ikke om flere informanter hadde kommet opp med nye kilder, kanskje hadde det bare gitt ytterligere bekreftelse av det som allerede har kommet frem. Intervju med seks informanter frembrakte mye tekst som utgangspunkt for analyse. Innenfor ressurs- og tidsrammene for en masteroppgave var seks intervju et håndterlig antall, men informantenes bakgrunn kunne vært litt mer forskjellig.

En annen svakhet ved oppgaven er at jeg alene har valgt ut kategoriene. Alternativt kunne det vært samlet en gruppe med erfaringer fra prosjektledelse og prosjektstyring fra Bane NOR i et "ekspertråd" hvor man diskuterte og reflekterte sammen. Et slikt ekspertråd kunne bidratt med en konsensusdiskusjon der de mest hensiktsmessige kategoriene for vurdering av kompleksitet i jernbaneprosjekter i Norge hadde blitt valgt.

Imidlertid er det ingenting i denne oppgaven som hindrer at man kan gjøre nettopp dette på et senere tidspunkt i den hensikt å forbedre veilederen. Veilederen kan med fordel evalueres og forbedres etter utprøving i praksis. Ikke minst bør de foreslåtte tiltakene for å håndtere kompleksitet utvikles videre ved hjelp av en evidensbasert tilnærming, der teoretisk kunnskap om tiltak og erfaringer samles og sammenstilles i anbefalinger. Ved å samle erfaringer fra mange eksperter, også internasjonalt, kan retningslinjer utvikles hvor en vurdering av hvilke forhold som er til stede i prosjektet inngår. Slik at hvis forhold x er en del av prosjektet, vil tiltak 1 være best. Hvis derimot forhold y er til stede, vil tiltak 2 være mer hensiktsmessig.

Hadde det vært flere ressurser og mer tid til rådighet i arbeidet med oppgaven, kunne veilederen vært testet ut av prosjektledere og prosjektstyrere i Bane NOR. Da kunne de kommet med tilbakemeldinger på hvordan veilederen fungerte i bruk, og endringer kunne blitt gjort for en enda bedre tilpasning til praktisk bruk. I tillegg er det en svakhet i at forslagene til tiltak kun er basert på funn i intervjuene, og min egen forståelse og erfaring med jernbane. Her burde det vært jobbet med å finne litteratur for å underbygge tiltakene bedre teoretisk. Et neste steg i videreutviklingen av Bane NORs veileder vil derfor være å konkretisere tiltakene, komme med flere tiltak og utvikle tiltak relatert til prosjektets kontekstuelle forhold. En slik fremtidig diskusjon kunne blitt nok et punkt for verifisering av veilederen og dens innhold.

Kapittel 7

Veileder for kartlegging av kilder til kompleksitet i prosjekter

I kapittelet operasjonaliseres teori og funn til en veileder for kartlegging av kompleksitet i Bane NORs prosjekter. Veilederen fremstilles her slik det også vil bli foreslått presentert for Bane NORs ansatte. Kapittelet skrives derfor i en stil som retter seg mot Bane NORs ansatte. Det skal ikke være nødvendig å lese resten av oppgaven for at veilederen skal kunne benyttes i praksis.

7.1 Introduksjon

Dette dokumentet er en veileder for kartlegging av kompleksitet i Bane NORs prosjekter. Hvert prosjekt er unikt og vil ha ulike kilder til kompleksitet. Dokumentet inneholder en systematisk gjennomgang av mulige kilder til kompleksitet med forklaringer. Kartleggingen av kompleksiteten vil gi prosjektgruppen viktig kunnskap for planleggingen og gjennomføringen av det aktuelle prosjektet.

7.1.1 Kompleksitet - hva er det?

Kompleksitet er et mangfoldig begrep med forskjellig innhold. Dette rammeverket tar utgangspunkt i følgende forklaring av prosjektkompleksitet:

Kompleksitet er forhold som gjør det vanskelig å forstå, forutse og kontrollere prosjektets forløp, selv om det foreligger tilnærmet komplett informasjon om prosjektets elementer. Kompleksitet påvirkes blant annet av prosjektets størrelse, usikkerhet, mangfold, antall interessenter, omgivelser og gjensidig avhengighet mellom komponenter og oppgaver.

7.1.2 Hvorfor kartlegge kompleksitet i prosjekter?

Komplekse prosjekter er utfordrende å jobbe med. Det er vanskelig å forutse hvordan de forskjellige elementene i et prosjekt vil respondere på en endring, feil eller forsinkelse. Kilder til kompleksitet er særlig nyttig å ha vurdert når endringer som følge av uforutsette hendelser, endrede rammefaktorer eller forsinkelser oppstår. Kompleksitet i et prosjekt kan derved bidra til en multiplikativ effekt med store konsekvenser. Gjennom kartlegging av kildene til kompleksitet kan man få informasjon om hvor den uforutsigbare dynamikken mest sannsynlig vil forekomme. Denne bevisstgjøringen skal bidra til en bedre prosjektstyring, hvor man kan rette ekstra fokus og ressurser inn i de signifikante delene i prosjektplanleggingen og gjennomføringen.

7.2 Veileder med kategorier og karakteristikk

7.2.1 Hvordan bruke veilederen

Veilederen er delt inn i tre kategorier: teknologisk kompleksitet, organisatorisk kompleksitet og kompleksitet med kilde i omgivelsene. Hver kategori har underkategorier med tilhørende karakteristikk, totalt 56. Selve kartleggingen foregår ved at man systematisk gjennomgår og vurderer hvilke av de 56 karakteristikkene angitt i tabell 7.1 som er aktuelle i gjeldende prosjekt. En mer inngående beskrivelse av hver kategori og underkategori gis i kapittel 7.3. Dette kan være til hjelp ved spørsmål til innholdet i den enkelte karakteristikken. Tilhørende hver av karakteristikkene er det også et spørsmål. I tillegg til at spørsmålet skal gi klarhet i hva karakteristikken etterspør, skal det bidra til refleksjon i kartleggingsprosessen.

Ved noen av karakteristikkene er det angitt forslag til tiltak. Dette er ment som eksempler, da en vurdering av hvilke tiltak som gir størst gevinst avhenger av mange faktorer og forhold i prosjektet. Tiltak som er virkningsfulle i ett prosjekt, kan ikke uten videre brukes i andre prosjekt. Derfor må prosjektleder og prosjektstyrer gjøre selvstendige vurderinger av hvilke tiltak som mest optimale for håndtering av kildene til kompleksitet. Hvilke kilder som bidrar til kompleksitet i det aktuelle prosjektet bør dokumenteres og formidles til aktuelle partnere og aktører i prosjektet, eksempelvis til entreprenørene som skal utføre arbeidet.

Tabell 7.1: Veileder med kategorier, underkategorier, karakteristikk, karakteristikk, forklarende spørsmål og eksempler på tiltak

Underkategori	Karakteristikk	Spørsmål for refleksjon	Eksempel på tiltak
Oppgave	Teknologisk kompleksitet		
	Antall deloppgaver	Hvor mange deloppgaver er det i prosjektet?	
	Mangfold i deloppgaver	Er det stor variasjon i hvilke typer oppgaver som skal utføres eller er det stor grad av repeterbarhet?	Mang fagfelt øker behov for tverrfaglig samarbeid, tilrettelegg for dette. Om signalfagfeltet er involvert, legg inn nok tid til testing av deres installasjoner.
	Antall fagfelt	Er alle, eller kun noen av fagfeltene innen jernbane involvert?	Kartlegg de gjensidig avhengigheten på forhånd, ved en endring eller forsinkelse vet man hvor ringvirkningene vil forekomme.
	Gjensidig avhengighet	Er det gjensidig avhengighet mellom noen av oppgavene eller komponentene slik at dette må tas hensyn til i utføringen av arbeidet?	
	Tverrfaglig arbeid	Er det noen av komponentene eller oppgavene som krever spesiell tilrettelegging for tverrfaglig samarbeid?	
	Eksisterende infrastruktur	Skal prosjektet jobbe inn i eksisterende infrastruktur, eller i ubebygd område?	Ved arbeid inn i eksisterende infrastruktur, sikre god kartlegging og riktig dokumentasjon av aktuelle komponenter i infrastrukturen, involver personell med kjennskap til lokasjonen i planleggingen.
	Krav og standarder	Er det noen av komponentene eller oppgavene som har motstridende krav etter gjeldende standarder og regler?	
	Krav til kvalitet	Er det noen spesielle krav til kvalitet?	

Fortsetter på neste side

Tabell 7.1 – Fortsettelse fra forrige side

Underkategori	Karakteristikk	Spørsmål for refleksjon	Eksempel på tiltak
Oppgave	Sikkerhet	Er det noen krav til sikkerhet ut over vanlig HMS-rutine?	Hvis ja, pass på at kravene bli godt kommunisert og ha en dedikert person for oppfølging av disse kravene
Erfaring	Nyutviklet teknologi	Er teknologien nyutviklet slik at den er ukjent både for Bane NOR og for andre samarbeidspartnere?	
	Erfaring med teknologi	Har Bane NOR tidligere jobbet med teknologien?	Hvis ja, tilrettelegg for erfaringsdeling fra aktuelle personer med erfaringen.
	Erfaring med teknologi	Har entreprenør tidligere jobbet med teknologien?	
Teknologisk usikkerhet	Mål og omfang	Er det usikkerhet i prosjektets mål og omfang, eller er oppgaven tilstrekkelig definert og detaljert?	
	Tegninger og dokumentasjon	Er tegninger og dokumentasjon for arbeidet korrekt?	Få en person med erfaring til å se på tegningene, få alle faggrupper til å kontrollere sine forhold i tegningene slik at de kan gjøre en vurdering om de ser fornuftige ut.
	Tegninger og dokumentasjon	Er det usikkerhet om tilgjengelige tegninger og dokumentasjon for eksisterende infrastruktur man eventuelt skal jobbe inn i er korrekt?	Gjør noen stikkprøvekontroller med Bane-Data, målevognsbilder og fysisk ute i sporet.
	Spesialtilpasninger	Krever arbeidet spesielle teknologiske tilpasninger som øker usikkerheten for arbeidet?	Hvis ja, undersøk om det finnes noen som erfaring med slike tilpasninger som kan fungere som en støttefunksjon til prosjektet i arbeidet med dette.

Fortsetter på neste side

Tabell 7.1 – Fortsettelse fra forrige side

Underkategori	Karakteristikk	Spørsmål for refleksjon	Eksempel på tiltak
Organisatorisk kompleksitet			
Størrelse	Vårighet	Hvor lang tid skal prosjektet vare?	Dette tallet vil være relativt, stor prosjektorganisasjon krever mer ledelsesressurser, vurder om det er behov for noen med mye ledelseserfaring eller ha flere prosjektledere med ansvar for delområder.
	Prosjektorganisasjon	Hvor mange personer er i prosjektorganisasjonen?	Tallet gir en subjektiv vurdering for om det er lagt nok tid og personellressurser i planleggingen.
	Arbeidstimer	Hvor mange arbeidstimer er estimert til planleggingen av prosjektet?	
	Arbeidstimer	Hvor mange arbeidstimer er estimert til gjennomføringen av prosjektet?	
	Entreprenører	Skal arbeidet deles opp i flere anbudspakker og potensielt gjennomføres av flere entreprenører, eller er det én totalentreprenør?	Ved flere entreprenører bør det være en ansvarlig person for koordineringen av entreprenørene.
Dynamikk	Endringer	Er prosjektet utsatt for endringer i krav og mål?	Hvis man har kjennskap til potensielle endringer på forhånd, ha en plan klar for dem. Ved uforventede endringer, vurder hvordan kildene til kompleksitet responderer på endringen.
	Sentrale personer	Er det risiko for at personer i sentrale roller i prosjektet skiftes ut underveis?	Hvis ja, sikre at det er gode dokumentasjonsrutiner og deling av kunnskap i prosjektet slik at ikke rutiner og informasjon forsvinner.

Fortsetter på neste side

Tabell 7.1 – Fortsettelse fra forrige side

Underkategori	Karakteristikk	Spørsmål for refleksjon	Eksempel på tiltak	
Dynamikk	Gjensidig avhengighet	Er mange av arbeidsoppgavene gjensidig avhengige slik at endringer potensielt kan få store ringvirkninger?	Hvis ja, forsøk å kartlegge koblingene med gjensidig avhengighet, i hvert fall mellom elementene langs den kritiske linjen i prosjektet. Kan noen av avhengighetene reduseres ved andre løsninger?	
	Ansvar og roller	Ansvar og roller	Er det tydelig definert ansvarsområder og roller i prosjektet og prosjektgruppen?	Hvis nei, sørg for at dette blir gjort og dokumentert med klare ansvarsområder.
		Erfaring	Har prosjektleder og/eller prosjektstyrer tidligere erfaring med denne type prosjekter?	Hvis nei, vurder om det kan være aktuelt med en teknologisk eller organisatorisk støttefunksjon som de kan rådføre seg med.
		Planlegging	Hvor langt frem i tid skal gjennomføringen av prosjektet foregå, har man god nok tid til å planlegge på en tilfredsstillende måte?	
	Tverrfaglig samarbeid	Tverrfaglig samarbeid	Er prosjektorganisasjonen strukturert slik at det tilrettelegges for tverrfaglig samarbeid og erfaringsdeling?	Viktig for håndtering av kompleksitet, vurder rutiner og dokumentering slik at det ligger til rette for dette.
		Eierskap	Er det lagt til rette for at både prosjektgruppen og entreprenøren vil føle eierskap og ansvar for suksess for prosjektet?	
		Brudd	Hvis prosjektet gjennomføres i et brudd uten togtrafikk, er bruddet planlagt spesifikt for prosjektet, eller er det lagt inn i et allerede planlagt brudd?	
Intensitet	Slakk	Er det lagt inn tilstrekkelig med slakk underveis langs den kritiske linjen og på slutten av prosjektgjennomføringen?	Hvis nei, vurder om tidsplanen kan justeres. Eventuelt legg oppgaver som enkelt kan avbrytes mot slutten av prosjektet hvis trafikk må settes på igjen.	

Fortsetter på neste side

Tabell 7.1 – Fortsettelse fra forrige side

Underkategori	Karakteristikk	Spørsmål for refleksjon	Eksempel på tiltak
Intensitet	Tidspress	Er det et opplevd tidspress i prosjektet slik at det er dårlig tid til å få gjennomført arbeidet?	Hvis ja, sørg for en detaljplanlegging av prosjektet med ulike reserveplaner klare hvis det skulle oppstå forsinkelser.
	Milepæler	Er det etablert milepæler underveis i prosjektet?	Hvis nei, etabler dette slik at det gjøres vurderinger om entreprenør følger planen, eller om det må hentes inn flere ressurser for å bli ferdig.
Ressurser	Interne fagressurser	Er det tilstrekkelig tilgang på interne fagressurser fra alle fagfelt som kan rådføres i planleggings- og gjennomføringsfasen?	
	Eksterne fagressurser	Er det tilstrekkelig tilgang på kvalifiserte entreprenører til å gjennomføre arbeidet?	
	Prosjektgruppe	Er det tilstrekkelig antall personer med prosjektstyringskompetanse og -erfaring innad i prosjektgruppen?	
	Språk- og kulturforskjeller	Er det noen i prosjektet, enten internt eller hos entreprenør, som snakker et annet språk enn norsk?	Hvis ja, sørg for at de som oversetter og tolker dokumenter behersker språket godt slik at man unngår misforståelser.
Anleggsområde	Entreprenør	Er det tillit til entreprenørens kompetanse og lovnader, eller er det behov for ekstra oppfølging slik at alt går etter planen?	Ha ekstra tett oppfølging av entreprenør med milepæler og strenge krav for å sikre riktig fremdrift og kvalitet i prosjektet.
	Flere prosjekter	Er det andre prosjekter i samme lokasjonsområde som arbeidet må koordineres med?	Hvis ja, sikre at det er en leder av totalbrudd som styrer kordineringen og har beslutningsmyndighet. Ref. neste punkt.
	Leder av totalbrudd	Ved flere prosjekter i samme anleggsområde, er det utpekt en leder av totalbrudd med beslutningsmyndighet?	

Fortsetter på neste side

Tabell 7.1 – Fortsettelse fra forrige side

Underkategori	Karakteristikk	Spørsmål for refleksjon	Eksempel på tiltak
Anleggsområde	Logistikk	Hvor enkelt tilgjengelig er anleggsområdet? Er det for eksempel bilvei frem og/eller flere spor for transport av maskiner inn og ut?	Hvis vanskelig tilgjengelig, lag en ekstra logistikkplan for maskiner inn/ut av anleggsområdet.
	Antall anleggsområder	Er det flere adskilte områder slik at maskiner og personell må koordineres mellom de to områdene?	Hvis ja, lag koordineringsplan for hva som behøves i hvilke områder når slik at dette ikke kræsjer i gjennomføringen,
	Grunnforhold	Kan grunnforholdene i området gi utfordringer for maskinene? Krevs det spesielle tiltak før arbeidet kan starte?	
	Mål og formål	Er det usikkerhet knyttet til prosjektets mål, omfang og resultater?	
	Informasjon	Er det mangler i informasjongrunnlaget som gjør at planleggingen er vanskelig?	
	Informasjon	Er det etablert gode informasjonsrutiner og -kanaler slik at informasjonsdeling vil foregå uten hindringer?	Hvis nei, sørg for at dette gjøres. Dette er viktig for å redusere effekter av kompleksitet.
	Dynamikk	Er det usikkerhet knyttet til komponentenes og arbeidsoppgavens gjensidige avhengigheter, eller er alle koblinger kartlagt?	
Kompleksitet fra omgivelsene			
Kontekst	Intern støtte	Er prosjektet sterkt prioritert av Bane NOR, eller kan det komme omprioriteringer som fører til utsettelse?	
	Politiske beslutninger	Er prosjektet av en slik art at det er utsatt for endringer som følge av politiske beslutninger?	

Fortsetter på neste side

Tabell 7.1 – Fortsettelse fra forrige side

Underkategori	Karakteristikk	Spørsmål for refleksjon	Eksempel på tiltak
Kontekst	Finansiering	Har prosjektet tilstrekkelig med finansiering, eller må det brukes suboptimale løsninger på grunn av kostnadsbegrensinger?	
	Lovgivning og regulering	Er det forhold i prosjektet som er i konflikt med gjeldende lovgivning eller regulering?	
Interessenter	Antall interessenter	Hvor mange personer, grupper eller organisasjoner er identifisert som interessenter?	
	Mangfold i interessenter	Har de identifiserte interessentene ulik holdning og standpunkt til prosjektet?	
	Interessenters innflytelse	Er det noen av interessentene som har spesielt stor innflytelse på prosjektet, og har de en positiv innstilling til prosjektet?	
Usikkerhet i omgivelsene	Værforhold	Er det noen av prosjektets oppgaver som stiller spesielle krav til værforhold og temperaturer?	Kartlegg reserveløsninger hvis været kan gi hindringer for arbeidet.
	Uidentifiserte interessenter	Er det en risiko for uidentifiserte interessenter som kan påvirke prosjektet i stor grad?	

7.3 Beskrivelse av kategorier og underkategorier

7.3.1 Teknologisk kompleksitet

Teknologisk kompleksitet omhandler selve arbeidet og leveransen i jernbaneprosjektet. I denne kategorien skal det kartlegges hvilke kilder til kompleksitet man har som følge av valg av teknisk løsning og metode, komponenter, prosjektets lokasjon og erfaring med teknologien.

Oppgave

Karakteristikkene i denne underkategorien skal bidra til vurdering av leveransen til prosjektet. Her er formålet å vurdere helheten, og hvordan deloppgavene avhenger av hverandre. Antall fagfelt involvert i prosjektet er en av karakteristikkene som er kilde til kompleksitet. Flere fagfelt krever tverrfaglig samarbeid, spesielt hvis det er gjensidig avhengighet mellom oppgavene. Videre må oppgavens mål og omfang vurderes; er det spesielle krav til kvalitet eller kan man møte motstridende krav og standarder som vil gi utfordringer når det gjelder å finne gode tekniske løsninger. Hvis det skal jobbes inn i eksisterende infrastruktur vil dette være en viktig kilde til kompleksitet. Spesielt vil dette gjelde vedlikeholds- og fornyelsesprosjekter, men kan også være aktuelt for utbyggingsprosjekter når de skal kobles inn mot eksisterende infrastruktur og jernbanespor. For sistnevnte er det viktig å ha oversikt over dimensjoner og standarder slik at det sikres at det nye som installeres virker sammen med det eksisterende.

Erfaring med teknologien

I dette punktet skal prosjektmedlemmenes og entreprenørenes erfaring med komponenter og metoder som skal brukes i prosjektet vurderes. Er det en erfaren entreprenør som har utført samme type prosjekter tidligere kan det forventes at entreprenøren vil kunne håndtere arbeidet sikrere og jobbe mer effektivt, i motsetning til hvis det skal anvendes en teknologi eller metode som for alle parter er ukjent. Er teknologien helt nyutviklet er det større sannsynlighet for at det kan oppstå uforutsette hendelser og problemer underveis i arbeidet. Er dette en helt ny type prosjekt for entreprenøren, må byggherre påregne tettere oppfølging av prosjektet, enn om det er et rutineprosjekt for entreprenøren.

Teknologisk usikkerhet

Usikkerhet relatert til teknologisk kompleksitet vil være knyttet til de teknologiske komponentene og metodene som brukes i arbeidet. Dette kan være i form av usikkerhet om tilgjengelig dokumentasjon og tegninger er tilstrekkelige og oppdaterte. Dette vil gjelde både dokumentasjon og tegninger for arbeidet som skal gjøres, men kanskje spesielt hvis det skal jobbes inn i eksisterende jernbaneinfrastruktur. Det har vært et tilbakevendende problem at dette ikke alltid er korrekt, hvilket medfører prosjektering på feil grunnlag. Videre kan det være usikkerhet ved nyutviklet teknologi og nye metoder, jamfør punktet

over med erfaring med teknologien og metoden. Har man ikke erfaring vil det ofte være en større grad av usikkerhet til stede.

7.3.2 Organisatorisk kompleksitet

Denne kategorien fokuserer på ulike sider ved organisering, styring og ledelse av prosjekter. Organisatorisk kompleksitet kan oppstå som følge av forhold i prosjektorganisasjonen, men også gjennom at den teknologiske kompleksiteten gir krav til organiseringen av prosjektet. Hvis den teknologiske løsningen krever spesielle organisatoriske løsninger, som omfattende koordinering av arbeidsoppgaver og personell, eller for eksempel ressurser med en spesiell kompetanse eller erfaring, kan det gi organisatorisk kompleksitet.

Størrelse

En vanlig antagelse er at komplekse prosjekter er store prosjekter. Dette stemmer ikke alltid, men ofte krever store prosjekter større prosjektorganisasjoner med flere involverte, og dermed øker kompleksiteten. Det blir vanskeligere å få god oversikt; mange personer involvert fra forskjellige fagfelt skal koordineres og samarbeide. Kommunikasjon og deling av informasjon og dokumentasjon kan være utfordrende. Imidlertid er det også fordeler med større prosjektorganisasjoner. De er ofte mer strukturerte og robuste, og gir tilgang til nettverk av flere personer med ulik kompetanse og erfaring. I større prosjekter er det ofte eget fagråd tilgjengelig for prosjektledere, mens i mindre prosjekter med færre personer involvert, kan det ofte være utfordringer med tilgang på kompetanse på alle områder. Imidlertid vil større prosjektorganisasjoner kreve ekstra tid og ressurser til styringen sammenlignet med en liten og tett organisasjon med få medlemmer. Karakteristikkene til underkategorien størrelse er utformet slik at de legger til rette for en subjektiv vurdering av prosjektets størrelse. Dermed kan det vurderes i hvilken grad størrelsen gir kilder til kompleksitet. Store prosjekter kan være aktuelt å dele opp i flere anbuds pakker, noe som skaper en mulighet for flere entreprenører å forholde seg til. Med flere entreprenører vil koordineringen av disse være en kilde til kompleksitet, i motsetning til én totalentreprenør for hele prosjektet.

Dynamikk

Dynamikk refererer til endringer. Endring i spesifikasjoner, prosjektledelse, leverandører eller omgivelser kan føre til uorden, merarbeid eller mangel på effektivitet i prosjektet. I komplekse prosjekter kan det være problematisk å forutse hvordan prosjektelementene vil respondere på en endring. Det kan oppstå uønskede ringvirkninger ved at arbeidsoppgaver eller de ulike teknologiske elementene er gjensidig avhengige. Karakteristikkene i underkategorien dynamikk omfatter derfor en vurdering av sannsynligheten for at endringer vil forekomme. Ved å vurdere den gjensidige avhengigheten mellom komponenter og arbeidsoppgaver er det mulig i større grad å kunne forutsi respons på endringer. Ved stor sannsynlighet for endring bør man på forhånd ha en føre-var strategi for håndtering av endringene.

Prosjektstyring og -ledelse

Styring og ledelse av komplekse prosjekter er utfordrende. Prosjektene kan til tider fremstå uoversiktlige og u håndterlige. Faktorer som vanskeliggjør prosjektstyringen og som vil være en kilde til kompleksitet er tvetydighet rundt ansvarsområder og roller, kommunikasjon med utilstrekkelig informasjons- og erfaringsdeling, manglende koordinering og samarbeid med andre prosjekter hvor det er aktuelt. Hvis prosjektmedlemmer er med i flere prosjekter kan det bli motstridende interesser når det gjelder tids- og ressursbruk. Hvis en derimot snur på det, og sørger for tydelige ansvarsområder og roller, god kommunikasjon og koordinering, kan det være nyttig for håndtering av kompleksitet i prosjektet. Erfaring er viktig for å kjenne igjen og håndtere kompleksitet. Hvis prosjektleder og/eller prosjektstyrer har mindre erfaring, kan det være nyttig å ha en erfaren mentor eller en definert støttefunksjon for rådgiving i planleggingen og underveis i gjennomføringen av prosjektet.

Intensitet

Intensitet (eng: pace) er en viktig kilde til kompleksitet ettersom tidspress krever annen type struktur og oppmerksomhet i prosjektstyringen. Et stramt tidsskjema med høy intensitet vil øke den organisatoriske kompleksiteten. Er det tidspress i prosjektet blir mulighetene til å legge inn slakk i den kritiske fremdriftslinjen begrenset, og avhengigheten av at alt går som planlagt øker. En liten feil eller forsinkelse vil få følger for hele prosessen og for kjeden med kritiske arbeidsoppgaver. Dette igjen får følger for oppgaver som er avhengig av de kritiske oppgavene. Ved høy intensitet kan selv små problemer få uventet store konsekvenser med hensyn til gjennomføring og tidsplan.

Ressurser

For å sikre god styring i komplekse prosjekter er det viktig med tilstrekkelig tilgang på personer med riktig kompetanse og erfaring. Ressursene i seg selv er ikke en kilde til kompleksitet, men er det mangel på kompetente personer innenfor de spesialiserte fagområdene eller i prosjektstyringsgruppen, kan dette vanskeliggjøre håndteringen av komplekse prosjekter. Kan prosjektet bemannes med personer med rett kompetanse og erfaring er det større sannsynlighet for å avdekke mulige problemer før de oppstår, og dermed i større grad kunne forutsi responsen og ringvirkningene som følge av endringer eller problemer. Da kan tiltak settes i verk tidligere og de negative konsekvensene minimeres.

I tillegg til Bane NORs interne ressurser er også eksterne ressurser viktig. Tilgang på entreprenører med riktig kompetanse og erfaring kan ha stor betydning for om prosjektet blir vellykket. Det er også viktig med god oppfølging av entreprenørene slik at man sikrer at de følger vedtatte planer, og hvis problemer skulle oppstå kan de løses på et tidligst mulig tidspunkt. Ved bruk av utenlandske entreprenører vil ulike kulturer og språk være en kilde til kompleksitet.

Anleggsområde

Arbeidets lokasjon er en potensiell kilde til kompleksitet. Logistikken for transport av maskiner inn og ut kan være utfordrende. Det bør vurderes om det er mulig å komme seg til anleggsområdet via bilvei eller om det er flere jernbanespor på strekningen som kan benyttes, da dette vil lette arbeidet. Hvis anleggsområdet er vanskelig tilgjengelig, kreves nøye planlegging og løsninger bør være på plass før prosjektgjennomføring. Spesielt når prosjektet omfatter flere separate anleggsområder, eller hvis grunnforhold i området vanskeliggjør arbeidet.

Organisatorisk usikkerhet

I denne underkategorien vurderes usikkerhet knyttet til planleggingen og organiseringen av arbeidet. Blant annet bør det vurderes om prosjektets mål og formål er klart, eller om det er tvetydighet i prosjektbestillingen. Usikkerhet i organiseringen oppstår når det er en differanse mellom den ideelt tilgjengelige mengden informasjon og kunnskap for å ta de riktige beslutningene, og hva som reelt er tilgjengelig. Derfor vil tilgang på riktig informasjon til rett tid og gode kanaler for deling av informasjon og dokumentasjon i prosjektet være avgjørende for å redusere usikkerheten. Hvis dette ikke gjøres på en god måte, vil det være en viktig kilde til usikkerhet og dermed kompleksitet i prosjektet.

7.3.3 Kompleksitet fra omgivelsene

Omgivelsene er samtlige forhold prosjektet omgis av, både de kartlagte og vurderte, og de ukjente. Det betyr at omgivelsene vil både være interne forhold hos Bane NOR, og eksterne forhold det er mindre kontroll på. En godt fungerende jernbaneinfrastruktur er i samfunnets interesse, og det vil være mange som både har interesse for og mening om hva som bør gjennomføres av prosjekter, hvordan det bør gjøres og hvordan de selv vil bli påvirket av et prosjekt.

Kontekst

Omgivelser er alt som omgir prosjektet, mens konteksten er de forhold i omgivelsene som er relevante for prosjektet, påvirker det og gjør det unikt. Kontekst gjør at metoder anvendt med suksess i ett prosjekt, ikke nødvendigvis er direkte overførbare til andre prosjekter. Dette påvirker hvordan et prosjekt bør styres. Hvilken grad av støtte prosjektet har fra ledelsen, og fra politisk hold i større prosjekter, bør vurderes. Blant annet bør det vurderes om prosjektet vil påvirkes av endringer i politiske forhold, om finansieringen og prioriteringen fra Bane NOR er avgjort, eller om prosjektet er utsatt for omprioriteringer av prosjekter.

Interessenter

Interessenter er interne og eksterne personer, grupper eller organisasjoner som kan påvirke eller kan bli påvirket av prosjektet og arbeidet. Eksempler på interessenter er ledelsen i Bane NOR, bevilgende myndigheter, politikere og andre offentlige myndigheter, reisende med jernbane, leverandører og entreprenører, naboer som blir utsatt for støy, miljøorganisasjoner og media. Prosjektets lokasjon vil være en viktig faktor for utvalget av interessenter. Prosjekter i tettbygde strøk vil eksempelvis naturlig ha flere interessenter enn prosjekter i mer grøntstrøk.

Usikkerhet i omgivelsene

Denne usikkerhetskategorien er relatert til forhold som fører til usikkerhet fra omgivelsene. Mange jernbaneprosjekter foregår utendørs med operasjoner som er sensitive overfor vær- og vindforhold. Nedbør og temperatur er værforhold med en type usikkerhet som vanskelig lar seg kontrollere. Det er også vanskelig å planlegge tiltak for meteorologiske forhold langt frem i tid. Rammefaktorer som er umulig å påvirke og forutse, og som potensielt kan ha en innvirkning på prosjektet, er en kilde for usikkerhet og dermed kompleksitet.

Kapittel 8

Konklusjon og videre arbeid

Gjennom arbeidet med denne masteroppgaven er det utviklet en veileder for kartlegging av kompleksitet i norske jernbaneprosjekter. Fordelen med denne veilederen er at den er utviklet spesielt for jernbane og inkluderer erfaringer fra norsk ekspertise, samt at den har en praktisk tilnærming slik at den straks kan tas i bruk som et hjelpemiddel til prosjektstyring i Bane NOR. Veilederen er en frittstående del av masteroppgaven, presentert i kapittel 7. I veilederen inngår informasjon til brukere, slik at det ikke er nødvendig å lese hele masteroppgaven for å kunne ta den i bruk. I veilederen gis det noen forslag til tiltak for å håndtere eller redusere, de ulike kildene til kompleksitet. Dette er ment som eksempler, da en vurdering av hvilke tiltak som gir størst gevinst avhenger av mange faktorer og forhold, og går ut over rammen for denne oppgaven. Derfor må prosjektleder og prosjektstyrer gjøre selvstendige vurderinger av hvilke tiltak som er mest optimale for håndtering av kildene til kompleksitet.

Først ble en litteraturstudie gjennomført for å få oversikt over eksisterende kunnskap om kompleksitet i prosjekter. Tre artikler med beskrivelse av rammeverk med relevans for utvikling av en veileder for vurdering av kompleksitet i Bane NORs prosjekter, ble identifisert. Det ene rammeverket ble utvalgt fordi det var innrettet mot jernbane. Det andre rammeverket ble foretrukket på grunn av dets praktiske tilnærming, og det tredje rammeverket var en omfattende oversiktstudie som representerte en mer generell tilnærming til kompleksitet i prosjekter. Deretter ble en kvalitativ studie gjennomført for å undersøke erfaringer av kompleksitet hos prosjektledere og prosjektstyrere i Bane NOR. Data ble samlet gjennom dybdeintervju og lydopptak fra intervjuene ble transkribert. Teksten ble deretter analysert ved hjelp av stegvis-deduktiv induktiv metode og funnene ble sett i sammenheng med de tre identifiserte rammeverkene. Disse to delstudiene styrket veilederens relevans og pålitelighet, ved at rammeverkene ga tilgang til teoretisk kunnskap som ble underbygget av funn fra intervjuene.

Informantene bekreftet at kompleksitet var tilstede i jernbaneprosjekter. De ga eksempler på situasjoner der kompleksitet påvirket prosjektene og gjorde deres rolle som prosjektleder eller prosjektstyrer ekstra utfordrende. Imidlertid hadde de ingen rutiner eller planer for å håndtere kompleksitet. Det eksisterte heller ingen retningslinjer for vurderinger av komplekse prosjekter. Informantene beskrev at dagens praksis var basert på den enkeltes kompetanse og erfaring. De beskrev tilfeller der prosjektleder eller prosjektstyrer hadde hatt erfaring med kompleksitet i tidligere prosjekter og dermed kunne gjenkjenne kilder til kompleksitet og ha kunnskap om nyttige tiltak. Informantene identifiserte flere kilder til

kompleksitet i deres prosjekter. Det mangfold av komponenter som inngår i jernbaneprosjekter vil i seg selv kunne gi kompleksitet, særlig knyttet til den store graden av gjensidig avhengighet mellom komponentene. Informantene beskrev at de fagtekniske forholdene ved jernbane og dynamikken i systemet, påvirker kompleksitet og øker kravene til tverrfaglig samarbeid. Manglende tverrfaglig samarbeid økte kompleksiteten i prosjekter. Mange av kildene til kompleksitet identifisert av informantene har sitt utspring i den teknologiske kompleksiteten, men viste seg å påvirke og ble påvirket av andre områder som organisatorisk kompleksitet. Informantene pekte også på jernbanespesifikke utfordringer som kilder til kompleksitet. Når prosjektarbeidet foregår inn i eksisterende infrastruktur, da skal nytt og gammelt samhandle og det finnes ikke nok informasjon om hvordan det gamle systemet vil respondere på intervensjoner i prosjektet, hvilket gjør prosjektet komplekst.

Oppbygning av de tre utvalgte rammeverkene var en viktig inspirasjonskilde til strukturering og sammensetning av momenter i Bane NOR-veilederen. Bosch-Rekvelde mfl. (2011) sitt TOE-rammeverk med sine tre nivåer fremsto logisk, intuitivt og bruksvennlig, og gjenfinnes i veilederen. Hvert moment er strukturert i kategorier, underkategorier, og karakteristikk med spesifiserende spørsmål. Noen eksempler på tiltak for å håndtere den aktuelle kilde til kompleksitet er også inkludert i veilederen.

For å avgjøre hvilke momenter som burde inngå i veilederen ble kildene til kompleksitet som informantene beskrev, vurdert i forhold til hvilke kategorier fra de tre rammeverkene de passet inn i. Noen kategorier fra rammeverkene som ikke var eksplisitt nevnt i intervjuene ble vurdert som spesielt relevante og inkludert i veilederen. Den første kategorien i veilederen er teknologisk kompleksitet som består av underkategoriene oppgave, erfaring og teknologisk usikkerhet. Den andre kategorien, organisatorisk kompleksitet, omfatter underkategoriene størrelse, dynamikk, prosjektstyring og -ledelse, intensitet, anleggsområde, ressurser og organisatorisk usikkerhet. Den siste kategorien, kompleksitet fra omgivelsene, består av underkategoriene kontekst, interessenter og usikkerhet i omgivelsene.

8.1 Videre arbeid

Veilederen er utviklet med tanke på at den skal være fleksibel og et utgangspunkt for senere forbedringer. I fremtiden kan kategorier og karakteristikk bli vurdert uaktuelle og nye kan komme til. For å utvikle veilederen til å bli mer hensiktsmessig og nyttig vil fremtidige erfaringer fra bruk i utvalgte prosjekter kunne inngå i en evaluering. Denne Bane NOR-veilederen kan med fordel suppleres med plan for utvikling av tiltak for å håndtere kildene til kompleksitet. Tiltakene må utvikles spesifikt for det enkelte prosjekt. I tillegg bør forskningsresultater, teoretisk kunnskap og erfaringskunnskap inngå i en evidensbasert utvikling av tiltak for å håndtere kompleksitet. Videre kan det være nyttig å utvikle tydeligere retningslinjer for prosjektroller, ansvar og myndighet i forbindelse med gjennomføring av kartlegging, tiltak og oppfølging. Et slik system vil egne seg godt for involvering i eksisterende risiko- og kvalitetssikringssystemer. Dette vil være et godt utgangspunkt for utvikling av målbare kvalitetsindikatorer som vil kunne utvide kunnskapsfeltet om kompleksitet i prosjekter ytterligere.

Kildehenvisning

- Baccarini, David (1996). «The concept of project complexity—a review».
I: *International journal of project management* 14.4, s. 201–204.
- Bane NOR (2018). *Bane NOR - brosjyre*. URL:
<http://www.banenor.no/contentassets/4d2f2788335a43d0b2571f0248c6c656/brosjyre-bane-nor---vi-skaper-fremtidens-jernbane.pdf> (sjekket 04.06.2018).
- Bosch-Rekvelde, Marian mfl. (2011). «Grasping project complexity in large engineering projects: The TOE (Technical, Organizational and Environmental) framework».
I: *International Journal of Project Management* 29.6, s. 728–739.
- Chapman, Robert J (2016). «A framework for examining the dimensions and characteristics of complexity inherent within rail megaprojects».
I: *International Journal of Project Management* 34.6, s. 937–956.
- Dalland, Olav (2017). *Metode og oppgaveskriving*. Gyldendal akademisk.
- Dao, Bac mfl. (2016a). «Exploring and Assessing Project Complexity».
I: *Journal of Construction Engineering and Management* 143.5, s. 04016126.
- Dao, Bac mfl. (2016b). «Identifying and measuring project complexity».
I: *Procedia Engineering* 145, s. 476–482.
- Geraldi, Joana, Harvey Maylor og Terry Williams (2011). «Now, let's make it really complex (complicated) A systematic review of the complexities of projects».
I: *International Journal of Operations & Production Management* 31.9, s. 966–990.
- Halvorsen, Knut (2008). «Å forske på samfunnet».
I: *En innføring i samfunnsvitenskapelig metode* 5.
- Kermanshachi, Sharareh mfl. (2016).
«Project Complexity Indicators and Management Strategies—A Delphi Study».
I: *Procedia Engineering* 145, s. 587–594.
- Malterud, Kirsti (2001). «Qualitative research: standards, challenges, and guidelines».
I: *The lancet* 358.9280, s. 483–488.
- Malterud, Kirsti (2011). *Kvalitative metoder i medisinsk forskning*. Universitetsforlaget.

-
- Qazi, Abroon mfl. (2016). «Project Complexity and Risk Management (ProCRiM): Towards modelling project complexity driven risk paths in construction projects». I: *International Journal of Project Management* 34.7, s. 1183–1198.
- Rolstadås, Asbjørn og Per Morten Schiefloe (2017). «Modelling project complexity». I: *International Journal of Managing Projects in Business* 10.2, s. 295–314.
- Store norske leksikon (2018). *Ordforklaringer - kompleksitet*.
URL: <https://snl.no/kompleksitet> (sjekket 12.05.2018).
- Thamhain, Hans (2013). «Managing risks in complex projects». I: *Project management journal* 44.2, s. 20–35.
- Tjora, Aksel (2012). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Gyldendal akademisk.
- Vidal, Ludovic-Alexandre og Franck Marle (2008). «Understanding project complexity: implications on project management». I: *Kybernetes* 37.8, s. 1094–1110.
- Williams, Terry (1999). «The need for new paradigms for complex projects». I: *International journal of project management* 17.5, s. 269–273.
- Williams, Terry (2005). «Assessing and moving on from the dominant project management discourse in the light of project overruns». I: *IEEE Transactions on engineering management* 52.4, s. 497–508.
- Wood, Hannah og Philip Ashton (2009). «Factors of complexity in construction projects». I:

Vedlegg

A Intervjuguide

Innledning

- Presentere meg selv.
- Innlede om bakgrunn og formål med oppgaven og intervjuet.
- Praktisk informasjon om intervjuet:
 - Intervjuet blir tatt opp.
 - Det vil i etterkant sendes et sammendrag av intervjuet og funn til godkjenning.
 - I oppgaven vil informantene anonymiseres.

Spørsmål

1. Informantens bakgrunn
 - Hvor lenge har du jobbet med jernbaneprosjekter?
 - Hvilke typer prosjekter har du deltatt i de siste fem årene?
 - Hva er som regel din rolle i prosjekter, hvilken fase er du delaktig i?
2. Hva er det første du tenker på når du hører uttrykket kompleksitet?
Hva legger du i/forstår du med begrepet kompleksitet?
3. Hva er det første du tenker på når du hører uttrykket usikkerhet?
Hva legger du i/forstår du med begrepet usikkerhet?

Forklare min tolkning av begrepene, understreke at det ikke er noen fasit for kompleksitet, dette poengteres også i litteraturen.
4. Hvordan opplever du at fokuset på kompleksitet har utviklet seg de siste 10 årene, og opplever du at prosjektene har blitt mer komplekse?
5. Hvordan opplever du at fokuset på kompleksitet påvirker prosjektene du jobber med i dag? Er det noen av faktorene som påvirker mer/har større fokus enn andre?
6. Opplever du at hensyn til kompleksitet påvirker prosjektene du jobber med på en spesiell måte?
 - Hvordan påvirker dette den fasen av prosjektet du er delaktig i?
 - I hvor stor grad vurderes kompleksiteten i den fasen du er delaktig i?
7. Hva vil du trekke frem som årsaker til kompleksitet?
8. Hvilke effekter (konsekvenser), både positive og negative, ser du av økt kompleksitet?
Hva er de praktiske konsekvensene av økt kompleksitet?
9. Kan du se en sammenheng mellom prosjekter med høy kompleksitet og tidsoverskridelser, i så fall, har du eksempler?

-
10. Hvordan er fokuset på tid og gjennomføring av prosjekter innenfor tidsrammer i Bane NOR?
 11. Hvordan opplever du prosjektarbeid innen jernbane sett i sammenheng med at det er mange ulike fagfeltet som skal koordineres, både i utbyggingsfasen og at disse skal samvirke senere i drift?
 12. Har du noe å tilføye?

