

Broska Karim

# Anvendelse av kompleksitets- og organisasjonsteori i bygge- og anleggsprosjekter

En ny kompleksitetsmodell i teknisk, økonomisk og organisatorisk kontekst

Masteroppgave i organisasjon og ledelse, spesialisering i innovasjon og endringsledelse

Veileder: Per Morten Schiefloe

Januar 2019



Broska Karim

# Anvendelse av kompleksitets- og organisasjonsteori i bygge- og anleggsprosjekter

En ny kompleksitetsmodell i teknisk, økonomisk og organisatorisk kontekst

Masteroppgave i organisasjon og ledelse, spesialisering i innovasjon og endringsledelse

Veileder: Per Morten Schiefloe

Januar 2019

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for sosiologi og statsvitenskap



# Forord

For ca. fire år siden innså jeg at det ikke var ingeniørfagene vi hadde mest utfordringer med i bygge- og anleggsbransjen, men «noe annet» som hadde med mennesker og systemer å gjøre. Dette var en tøff erkjennelse for en tallglad, praktisk og teknisk orientert byggingeniør som meg.

Jeg søkte etter svar i litteraturen, i fagområder som var relativt nye for meg. Jeg begynte å lese om prosjektledelse, før jeg beveget meg over til organisasjonsfaget. Etter en periode med lesing på egen hånd bestemte jeg meg for å gjøre arbeidet mer systematisk og profesjonelt. Da var masterprogrammet til NTNU i organisasjon og ledelse et interessant neste steg. Blant mange interessante spesialiseringer var innovasjon og endringsledelse det jeg valgte å gå videre med.

Fra august 2016 og frem til i dag har jeg vært gjennom en svært krevende, interessant og lærerik reise med bøker, artikler, forelesninger og diskusjoner, som har gitt meg mye kunnskap – kunnskap som har gjort meg mer moden, mer allsidig og bedre i stand til å forstå både omverdenen og min egen bransje. Jeg har lært om nye fag, forstått sammenhenger, fått forklaringer og svar, men også mange nye spørsmål.

I dag, etter tusenvis av timer med kvelds- og helgearbeid, er tiden inne for å avslutte det formelle løpet med ferdigstilling av denne masteroppgaven. Men mitt vennskap med litteraturen avsluttes ikke her. Det har nettopp begynt.

Jeg ønsker å benytte denne anledningen til å takke alle som har gitt meg støtte og hjelp i disse krevende årene.

Takk til familien min, som alltid har støttet meg. Takk til Troska, Rozan, Yara, Anya og Lara. Stor takk til deg, mamma Daya Shaunem, som fortsetter å bygge meg opp med oppmuntring, støtte og kjærlighet, selv når jeg er blitt en stor gutt.

Takk til alle som har deltatt i den empiriske undersøkelsen, og alle jeg har snakket med i forbindelse med oppgavene mine. Dere har beriket arbeidet mitt med deres erfaringer og kunnskap. Jeg er glad og veldig takknemlig for hjelpen jeg har fått av dere.

Takk til Veidekke og alle mine kollegaer, og takk til min leder Eivind Heimdal og HR-forretningspartner Marianne Hambro.

Takk til alle lærere og forelesere ved NTNU. Stor takk til deg Per Morten Schiefloe.

Asker, 30. januar 2019

Broska Karim



# Sammendrag

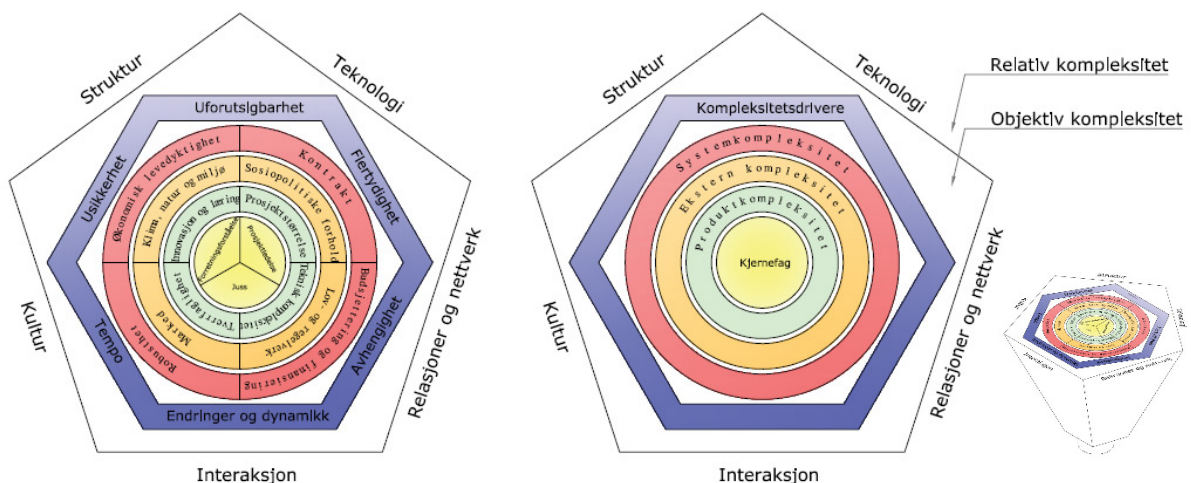
Denne oppgaven bruker kompleksitetsteori og organisasjonsteori for å forsøke å forklare visse utfordringer i store bygge- og anleggsprosjekter.

Gjennom en empirisk undersøkelse kartlegges de viktigste temaer i bygge- og anleggsprosjekter med relevans til prosjektkompleksitet. Oppgaven munner ut i en kompleksitetsmodell som oppsummerer forståelsen av kompleksitet i bygge- og anleggsprosjekter i både en teknisk, økonomisk og organisatorisk kontekst. Modellen er ment både som en analysemodell og en mental modell som skal bidra til bedre forståelse og bedre håndtering av kompleksitet i prosjekter.

Kompleksitetsmodellen består av tre kompleksitetsringer, som representerer henholdsvis *produktkompleksitet*, *ekstern kompleksitet* og *systemkompleksitet*. I hver ring er fire temaer drøftet som kompleksitetsfaktorer. Disse faktorene påvirker eksistens og styrke av seks kompleksitetsdrivere: *flertydighet*, *usikkerhet*, *uforutsigbarhet*, *tempo*, *avhengighet* og *endringer og dynamikk*. Kompleksitetsfaktorer og -drivere utgjør sammen det som kan forstås som «*objektiv kompleksitet*» i prosjekter.

Oppgaven definerer også *relativ kompleksitet*, som består av organisatoriske kvaliteter i prosjekter. Organisatoriske kvaliteter er kilde for menneskelige og mellommenneskelige kompleksiteter, samtidig som de representerer forutsetning for å håndtere objektiv kompleksitet. Den relative kompleksiteten inkluderer også *aktørkompleksitet*, som er kompleksitet mellom aktører inne i prosjekter.

I kjernen av modellen er tre «*kjernefag*» plassert: *tradisjonell prosjektledelse*, *forretningsforståelse* og *juss*. Dette er fag som prosjektorganisasjoner må ha kompetanse i for å oppnå prosjektsuksess. Temaer i modellen påvirker balanse i prosjekter og må være riktig dimensjonert i forhold til hverandre.







# Innholdsfortegnelse

Forord .....	i
Sammendrag .....	iii
Figurer .....	viii
1 Innledning og bakgrunn .....	1
1.1 Utfordringer i bygge- og anleggsprosjekter som bakgrunn for oppgaven.....	1
1.2 Er prosjektkompleksitet en forklaring på bransjens utfordringer?.....	2
1.3 Oppgavens tema og formål.....	2
2 Teori.....	3
2.1 Del 1: Noen generelle teorier .....	4
2.1.1 Suksess, kriser og beslutninger i prosjekter .....	4
2.1.1.1 Prosjektsuksess .....	4
2.1.1.2 Krisetyper i prosjekter .....	5
2.1.1.3 Beslutningsprosesser i prosjekter .....	5
2.1.2 Tradisjonell prosjektledelse og usikkerhetsstyring .....	7
2.1.2.1 Prosjekt mål .....	7
2.1.2.2 Oppdeling av prosjektutvikling i faser.....	8
2.1.2.3 Nedbrytning i mindre deler .....	8
2.1.2.4 Instrumentalisme .....	8
2.1.2.5 Lineær tenkning .....	9
2.1.2.6 Usikkerhetsstyring.....	9
2.2 Del 2: Kompleksitet .....	10
2.2.1 Kompleksitetsteori.....	10
2.2.1.1 Komplekse systemer kan respondere på mer enn én måte .....	10
2.2.1.2 Kompleksitet handler om indirekte effekter («ikke-linearitet») .....	10
2.2.1.3 Komplekse systemer er delvis styrt av tilfeldigheter .....	10
2.2.1.4 Kompleksitet er en funksjon av antall variabler og avhengigheter.....	11
2.2.1.5 Komplekse systemer kan ikke brytes ned for å forstås.....	11
2.2.1.6 Kompleksitet handler om mulighet for fremvekst av noe nytt (emergence).....	12
2.2.2 Kompleksitetsteoretiske konsepter.....	12
2.2.2.1 Sensitiv avhengighet av initialbetingelser (sommerfugleeffekten).....	12
2.2.2.2 Den merkelige attraktoren (strange attractors).....	12
2.2.2.3 Fraktaler .....	12
2.2.2.4 «På randen av kaos» (Edge of chaos).....	13
2.2.2.5 Universalitet – mønstre og mønstring i verden.....	13
2.2.2.6 Selvorganiserende systemer .....	13
2.2.2.7 (Emergence) .....	13
2.2.2.8 Komplekse adaptive systemer .....	13
2.2.3 Prosjektkompleksitet .....	13

2.2.3.1	Ulike modeller for prosjektkompleksitet .....	15
2.3	Del 3: Andre viktige sider av prosjekter .....	20
2.3.1	Forretningsforståelse .....	20
2.3.1.1	Forretningsidé og -modell .....	21
2.3.1.2	Forretningsplan .....	21
2.3.1.3	Forretningsdrift .....	21
2.3.2	Organisasjonsteori og pentagonmodellen .....	22
2.3.2.1	Modeller for arbeidsdeling og koordinering .....	22
2.3.2.2	Pentagonmodellen .....	23
2.3.3	Innovasjon og innovasjonsledelse .....	30
2.3.3.1	Fire dimensjoner av innovasjonsrom .....	31
2.3.3.2	Innovasjonstyper basert på innovasjonsresultater .....	32
2.3.3.3	Innovasjonskilder .....	33
2.3.3.4	Tilnærminger til innovasjon .....	33
2.4	Del 4: Forskningsspørsmål .....	35
3	Metode .....	37
3.1	Valg av metode .....	37
3.2	Identifisering av relevante temaer .....	38
3.3	Utvalg, deltagelse i og praktisk gjennomføring av den empiriske undersøkelsen	38
3.3.1	Utvalget .....	38
3.3.2	Deltagelse .....	39
3.3.3	Den praktiske gjennomføringen av intervjuene .....	39
3.3.3.1	Intervjustruktur .....	40
3.4	Bearbeiding av innsamlede data .....	40
3.5	Vurdering av metoden .....	41
3.5.1	Reliabilitet .....	41
3.5.2	Validitet og generaliserbarhet .....	42
3.5.3	Mulige feilkilder .....	42
4	Empiri, analyse og diskusjon .....	43
4.1	Del 1: Kompleksitetsfaktorer .....	45
4.1.1	Underspørsmål 1: produktkompleksitetsfaktorer .....	45
4.1.1.1	Prosjektstørrelse .....	45
4.1.1.2	Teknisk krevende prosjektprodukter .....	49
4.1.1.3	Prosjektprodukter som krever innovasjon og læring .....	52
4.1.1.4	Tverrfaglighet .....	54
4.1.2	Underspørsmål 2: eksterne kompleksitetsfaktorer .....	56
4.1.2.1	Sosiopolitiske forhold .....	57
4.1.2.2	Klima, natur og miljø .....	58
4.1.2.3	Geografisk plassering .....	59
4.1.2.4	Marked .....	60

4.1.2.5	Lov- og regelverk .....	61
4.1.3	Underspørsmål 3: systemkompleksitetsfakturer .....	62
4.1.3.1	Kontrakt .....	62
4.1.3.2	Økonomisk levedyktighet .....	66
4.1.3.3	Budsjettering og finansiering .....	67
4.1.3.4	Robusthet .....	68
4.2	Del 2: Kompleksitetsdrivere .....	69
4.2.1	Flertydighet .....	69
4.2.2	Usikkerhet .....	70
4.2.3	Uforutsigbarhet .....	71
4.2.4	Tempo .....	72
4.2.5	Avhengighet .....	72
4.2.6	Endringer .....	75
4.3	Del 3: Effekten av organisatoriske kvaliteter .....	77
4.3.1	Organisasjoner som en kilde til kompleksitet .....	77
4.3.2	Organisatoriske kvaliteter som forutsetning for håndtering av prosjektkompleksitet .....	78
4.3.3	Forståelse av kompleksitet som et relativt fenomen .....	79
4.3.4	Aktørkompleksitet .....	80
4.4	Del 4: Kjernefag .....	80
4.4.1	Tradisjonell prosjektledelse .....	81
4.4.2	Forretningsforståelse .....	81
4.4.3	Juss .....	82
5	Noen drøftinger, konklusjon og utvikling av en ny kompleksitetsmodell .....	83
5.1	Bakgrunnen for kompleksitet i prosjekter .....	83
5.2	Å forstå prosjektsystemer .....	84
5.3	En ny kompleksitetsmodell .....	86
5.3.1	Kjernen i modellen .....	87
5.3.2	Kompleksitetsringene .....	87
5.3.2.1	Den første ringen: produktkompleksitet .....	87
5.3.2.2	Den andre ringen: ekstern kompleksitet .....	89
5.3.2.3	Den tredje ringen: systemkompleksitet .....	91
5.3.2.4	Den fjerde ringen: kompleksitetsdrivere .....	92
5.3.3	«Objektiv kompleksitet» .....	94
5.3.4	De organisatoriske ringene som relativ kompleksitet .....	94
5.3.5	En helhetlig kompleksitetsmodell .....	96
5.4	Kompleksitetsmodellens egenskaper .....	96
5.4.1	En felles mental modell .....	96
5.4.2	En helhetlig ramme .....	97
5.4.3	Modellens struktur og klassifisering av temaer .....	97
5.4.4	Modellen med skåring og fargekoder .....	99

5.5	Eksempel på bruk av kompleksitetsmodellen .....	99
5.5.1	Bruk av modellen i vurdering av byggeprosesser .....	99
5.5.2	Bruk av modellen i strategi- og organisasjonsutvikling .....	102
5.6	Noen ytterligere konklusjoner .....	102
	Litteratur .....	105

## Figurer

Figur 1	Prosjektstadier (Aarseth et al., 2015, s. 46) .....	8
Figur 2	Ulike tilnæringer til systemer .....	11
Figur 3	Håndtering av oppgaver i forskjellige systemer (Snowden, 2002, s. 104).....	15
Figur 4	Kompleksitetshuset (Lessaed et al., 2014, s. 176) .....	16
Figur 5	To-dimensjonal prosjektkompleksitet (Shenhar, 2001, s. 401) .....	17
Figur 6	Rolstadås og Schiefloes (2017, s. 305) kompleksitetsmodell .....	20
Figur 7	Organisasjonsstrukturer (Mintzberg, 1983).....	23
Figur 8	Pentagonmodellen (Schiefloe, 2018, s. 50).....	24
Figur 9	Organisasjonskultur .....	27
Figur 10	Innovasjon.....	31
Figur 11	Innovasjonsrommet (Tidd & Bessant, 2013, s. 25).....	31
Figur 12	Innovasjonstyper basert på innovasjonsresultater (Aasen & Amundsen, 2011, s. 46) .....	32
Figur 13	Innovasjonstyper klassifisert av Clayton M. Christensen .....	34
Figur 14	Planlegging av intervjuer .....	39
Figur 15	Behandling av innsamlede data.....	41
Figur 16	Prosjektfaser i tradisjonell prosjektledelse .....	85
Figur 17	Kjernen i kompleksitetsmodellen .....	87
Figur 18	Ring 1, produktkompleksitet .....	87
Figur 19	Ring 2, ekstern kompleksitet .....	89
Figur 20	Ring 3, systemkompleksitet.....	91
Figur 21	Ring 4, kompleksitetsdrivere .....	92
Figur 22	«Objektiv kompleksitet» .....	94
Figur 23	Den organisatoriske ringen – relativ kompleksitet.....	95
Figur 24	En helhetlig kompleksitetsmodell.....	96
Figur 25	Modellen illustrerer prosjekter som en snurrebass der mange temaer må «balanseres» rundt en kjerne.....	98
Figur 26	Tabell med skår og fargekode .....	99
Figur 27	Kompleksitetsanalyse av støping med glideforskaling og bygging av underganger på kort tid .....	101

# 1 Innledning og bakgrunn

## 1.1 utfordringer i bygge- og anleggsprosjekter som bakgrunn for oppgaven

Det er stor variasjon i bygge- og anleggsprosjekters prosjektsuksess. Mens en del prosjekter blir gjennomført til planlagt tid, til planlagt kostnad og med planlagt kvalitet, blir andre prosjekter overrasket av uventede situasjoner som medfører store tids- og kostnadsoverskridelser. Slike situasjoner skaper ofte diskusjoner og konflikter mellom prosjektaktører, mest på grunn av uenigheter om årsak.

Uklare årsak-virknings-sammenhenger og indirekte konsekvenser som ikke er logiske eller i henhold til tidligere erfaringer, er viktige egenskaper ved slike situasjoner, som ofte kalles for *plunder og heft* – et begrep som brukes en del i mediene og i bransjen for øvrig. I en artikkel i *Teknisk Ukeblad* blir begrepet forklart på denne måten: «'Plunder og heft'-krav er generelt blitt en slags sekkepost. Ulike forhold som gjør at fremdriften i et prosjekt går saktere enn planlagt havner gjerne her, og parter er gjerne uenige om hvem som har skylden for situasjonen.» (Ramsdal, 2018).

«Plunder og heft»-forhold er lite avklart i norsk rett, og det finnes ikke avgjørende høyesterettspraksis på området (Ramsdal, 2018). De fleste avisoppslagene om prosjekter som mislykkes i form av store forsinkelser eller kostnadsoverskridelser, gjelder «plunder og heft»-situasjoner i utførelsesfase. Sentrale spørsmål her er: Hva er disse «plunder og heft»-situasjonene som plutselig er en realitet i visse prosjekter og medfører store konsekvenser? Og hvorfor rammer de noen prosjekter og ikke andre?

Selv om «plunder og heft»-situasjoner vanligvis ikke er fanget opp på forhånd, kan de foranlediges av visse signaler i anbuds- og tilbudsfasen. I anbuds- og tilbudsfasen oppstår ofte store avvik i konkurrerende firmaers prisestimat. Enkelte ganger kan prisestimatet variere med opptil hundre prosent, det vil si at ett firmas prisestimat på et tilbud er halvparten så lavt som konkurrentens. Dette er ikke rimelig tatt i betraktning at konkurrerende firmaer gir prisestimer basert på samme anbuds- og tilbudsgrunnlag, under ganske like forutsetninger for gjennomføring. Hvordan kan det ha seg at veldrevne anbuds- og tilbudsprosesser, som omhandler konkrete og godt avgrensede prosjekter med definerte premisser, opplever så stor variasjon i kostnadsestimater? Hvilke prosjektegenskaper gjør at konkurrerende firmaer får så ulik forståelse av og så stor variasjon i estimater for prosjekters omfang?

Et annet fenomen i bransjen, som har fellesnevner med «plunder og heft»-situasjoner og store sprik i anbuds- og tilbudssummer, er tap av gevinst fra forbedringsarbeider.

Bransjen har de siste årene lagt særskilt vekt på to former for forbedringsarbeid: forbedring av produktivitet og anvendelse av ny teknologi. Produktivitetsforbedringen har hovedsakelig tatt form av metodikker som *Lean Construction*, *Last Planner System (LPS)*, *involverende planlegging (IP)*, *taktplanlegging* og *virtual design and construction (VDC)*. Metodene sikter mot bedre planpålitelighet og prosessstyring og er hovedsakelig basert på produksjonsteori og visuell styring (*visual management*). Parallelt har bransjen lagt stor vekt på anvendelse av ny teknologi. Mens diskusjoner på byggeplassen for 20 år siden dreide seg om kort batteritid på driller, som ikke var lengre enn en halv time, er tema i dag kort batteritid på droner – som også er om lag en halv time. Generelt er moderne maskiner og verktøy, bygningsinformasjonsmodeller (BIM) og elektroniske samhandlings- og arkiveringsplattformer de viktigste formene for teknologiutvikling bransjen har tatt i bruk.

Produktivitetsforbedring og teknologiutvikling medfører naturligvis en gevinst, men denne gevinsten gjenspeiles ikke i tilstrekkelig grad i prosjektresultatene. Bransjen bygger ikke med lavere kostnader eller bedre kvalitet enn tidligere (Andersen & Lango, 2016). Sentrale spørsmål her er: Hvor har det blitt av gevinsten som forbedringsarbeidene har medført? Og hvilke prosjektegenskaper er det som «spiser opp» disse gevinstene?

## 1.2 Er prosjektkompleksitet en forklaring på bransjens utfordringer?

Prosjektkompleksitet er et viktig tema som har fått stadig større oppmerksomhet de siste årene. Kompleksitetsegenskaper i prosjekter handler blant annet om forhold som ikke-linearitet, uklare årsak-virkningssammenhenger og *emergence* – fremvekst av noe nytt som konsekvens av interaksjon mellom innbyrdes avhengige deler. De tre ovennevnte utfordringene – «plunder og heft», store variasjoner i anbudssummer, og tap av gevinst fra forbedringsarbeider – er forskjellige, men kan alle være konsekvenser av prosjektkompleksitet.

## 1.3 Oppgavens tema og formål

På bakgrunn av ovennevnte utfordringer og tegnene på kompleksitet i bygge- og anleggsprosjekter har jeg i denne oppgaven valgt prosjektkompleksitet som overordnet tema. Formålet med oppgaven er å belyse betydningen av prosjektkompleksitet i store bygge- og anleggsprosjekter, kartlegge faktorer som påvirker kompleksitet i prosjekter, og skape en forståelse av prosjektkompleksitet som hjelper en å gjenkjenne og håndtere komplekse situasjoner ved hjelp av en analytisk kompleksitetsmodell. Et annet mål for oppgaven er å innføre faglige begreper i bransjen. Slik kan konflikter og misforståelser både i prosjektorganisasjoner og mellom prosjektaktører reduseres.

## 2 Teori

I dette kapitlet vil vi gjennomgå noen relevante generelle teorier samt teori om og tidligere forskning på oppgavens tema, nemlig prosjektkompleksitet. Jeg har valgt å dele teorikapitlet inn i fire deler. Nedenfor beskriver jeg kort de ulike delene.

**Del 1** består av noen generelle teorier som ikke er direkte knyttet til oppgavens problemstilling, men som utgjør en nødvendig bakgrunn for drøfting av empiri og resultater. Denne delen består av fire temaer:

- **prosjektsuksess** – prosjektsuksess er forbundet med tvetydighet. I denne delen presenteres litteratur som beskriver betydningen av prosjektsuksess fra forskjellige perspektiver samt de viktigste utfordringene knyttet til definisjon og forståelse av begrepet.
- **krisetyper i prosjekter** – bygge- og anleggsprosjekter rammes av forskjellige krisetyper. I denne delen presenteres en oversikt over ulike krisetyper i bygge- og anleggsprosjekter basert på Loosemores arbeid (Loosemore, 1999, 2000).
- **beslutningsprosesser** – både prosjektsuksess og kriser i prosjekter påvirkes i stor grad av beslutningsprosesser. I denne delen presenteres forskjellige forståelser av beslutningsprosesser i organisasjoner.
- **tradisjonell prosjektledelse og usikkerhetsstyring** – denne delen inneholder noen viktige sider av prosjektledelsesfaget som står i kontrast til forståelsen av prosjekter som komplekse systemer.

**Del 2** består av litteratur som omhandler oppgavens tema – prosjektkompleksitet. Denne delen starter med presentasjon av kompleksitetsteori og de viktigste konseptene i teorien. Videre presenteres litteratur som spesifikt omhandler prosjektkompleksitet, samt tidligere forskning på kompleksitetsmodeller. Målet med del 2 er å skape en oversikt over det litterære landskapet om kompleksitet.

**Del 3** består av tre temaer: forretningsforståelse, organisasjonsteori og innovasjon. Her presenteres generelle teorier som er sentrale i den videre drøftingen av empiri og resultater. Forretningsforståelse er en viktig del av prosjekter for kommersielle aktører. Organisasjonsteori er et viktig tema for alle prosjektaktører og har sterk relasjon til prosjektkompleksitet. Innovasjon i prosjekter blir drøftet som en kompleksitetsfaktor og er derfor tatt med i teorikapitlet.

**Del 4** er siste del av teorikapitlet og består av operasjonalisering av problemstillingen i lys av presentert teori og formulering av tre forskningsspørsmål.

## 2.1 Del 1: Noen generelle teorier

### 2.1.1 Suksess, kriser og beslutninger i prosjekter

#### 2.1.1.1 Prosjektsuksess

Begrepet *prosjektsuksess* er forbundet med flertydighet og uklarhet, som påvirker forståelsen av begrepet. Den tradisjonelle betydningen av prosjektsuksess er knyttet til måloppnåelse av komponentene i den såkalte *jerntrekanten*: kostnad, tid og kvalitet. I senere tid er det imidlertid blitt en økende forståelse av at prosjektsuksess i praksis er mer kompleks og sammensatt enn dette (Klakegg, 2010).

Rolstadås (2008) peker på tvetydigheten i tolkningen av prosjektsuksess og knytter denne tvetydigheten til at suksess kan måles ut fra ulike mål:

- **prosjektmål** – hva prosjektorganisasjoner forventes å levere på slutten av prosjekter (omfang, tid, kvalitet, kostnad)
- **forretningsmål** – gevinst som prosjekteiere forventer av ferdigstilte prosjekter.
- **sosiale og miljømessige mål** – hvilke fordeler lokal- og storsamfunnet forventer av prosjekter både under prosjektgjennomføring og ved bruk av prosjektresultatene (Rolstadås, Tommelein, Morten Schiefloe, & Ballard, 2014)

I et forsøk på å fange viktige faktorer som fremmer prosjektsuksess, introduserte Kaplan og Norton (1992) tidlig på 1990-tallet verktøyet *balansert målstyring (Balanced Scorecard, BSC)*. Verktøyet består av fire perspektiver som definerer flere kritiske mål, med tilhørende målinger for hvert perspektiv. Perspektivene er som følger:

- **Det finansielle perspektivet**, som stiller spørsmålet «hvordan ser vi på eieren?» Dette perspektivet stiller opp tre mål:
  - *å overleve* – målt som kontantstrøm
  - *å lykkes* – målt som kvartalsmessig salgs- og omsetningsvekst
  - *å vokse* – målt som økt markedsandel og resultat per investering
- **Det interne forretningsmessige perspektivet**, som stiller spørsmålet «hvordan må vi skille oss ut?»
- **Det innovative og læringsperspektivet**, som stiller spørsmålet «kan vi fortsette forbedringen og verdiskapingen?» Dette omfatter teknologilederskap, produksjonslæring, produktfokus og tid-til-marked (introdusering av nye produkter versus konkurranse på eksisterende produkter).
- **Kundeperspektivet**, som stiller spørsmålet «hvordan ser kunden på oss?» (Klakegg, 2010).

Som litteraturen peker på, kan prosjektmål og prosjektsuksess ses fra forskjellige perspektiver. Dette kan skape forskjellige og noen ganger motsigende forståelser av



begrepene. Denne uklarheten om definisjonen av prosjektmål og -suksess kan ofte skape misforståelser, uenigheter eller konflikter i prosjekter og kan være en medvirkende årsak til kriser.

### 2.1.1.2 Krisetyper i prosjekter

Kriser er hendelser som, før de blir anerkjent, er sett å ha lav sannsynlighet, men høy potensiell innvirkning og er sjelden kombinert med en beredskapsplan. Siden planlegging for alle mulige hendelser er tids- og ressurskrevende, blir ofte krisehåndtering basert på nødstrategi i stedet for på forhåndslagte beredskapsplaner (Klakegg, 2010). Litteraturen viser at krise ofte kommer på grunn av årsaker som er ikke gjenkjennbare, ignorerte eller skjulte (Klakegg, 2010).

Loosemore (1999,2000) har studert kriser i prosjektledelseskontekst og oppsummert resultatet i tre typer kriser:

- **Krypene kriser** (*creeping crises*) – kriser der krisetilstand på et tidspunkt er oppfattet, men ikke håndtert før krisen oppstår. Krypene kriser kan oppstå når viktige prosesser eller aktiviteter, som passer prosjektkonteksten best, blir lavt prioritert. Det fører til at viktige signaler ikke blir fanget opp før det er for sent.
- **Plutselige kriser** (*sudden crises*) – kriser som oppstår tilsynelatende uten forvarsel. Krisen kan oppfattes som overveldende, men har røtter i en rekke hendelser som burde gitt tydelige signaler om en forestående krise.
- **Periodiske kriser** (*cycles crises*) – kriser som forekommer i sykluser som kan være vanskelig å forstå. Disse krisene er drevet av kjente sykluser som virksomhetssykluser og markedssykluser. Syklusene har ofte et konsekvent, gjenkjennbart mønster, men varierer i noen viktige egenskaper som tid og styrke (Klakegg, 2010).

### 2.1.1.3 Beslutningsprosesser i prosjekter

Beslutningsprosesser i organisasjoner er viktige prosesser som påvirker prosjektresultatene i stor grad. Disse prosessene kan foregå på forskjellige måter. March har diskutert flere måter beslutningsprosesser kan forstås på (March & Heath, 1994). Nedenfor blir noen utvalgte forståelser av beslutningsprosesser presentert.

#### *Perfekt rasjonelle beslutningsprosesser*

Beslutningsprosesser blir ofte betraktet som rasjonelle prosesser, som innebærer at beslutningene fattes basert på drøfting av alternativer og evaluering av konsekvenser i henhold til forhåndsbestemte preferanser. En rasjonell beslutningstaking går gjennom fire steg (March & Heath, 1994; March, Simon, & Guetzkow, 1958):

- **alternativer** – hvilke alternativer er mulige?

- **forventede konsekvenser** – hva er mulige konsekvenser av ulike alternativer, og hvor sannsynlige er de?
- **innstilling** – hvordan avveies alternativene og deres konsekvenser?
- **beslutningsregler** – hvordan skal valg mellom alternativer foretas?

Slike prosesser representerer søken etter «den perfekte beslutningen» og krever flere forutsetninger, som klare og tydelige mål, en perfektjonistisk prosessledelse, fullstendig oversikt over og informasjon om de ulike alternativene og deres konsekvenser på beslutningstidspunktet, og klare preferanser for rangering av alternativer.

#### *Begrenset rasjonelle beslutningsprosesser*

Mange organisasjoner har en tendens til å gjennomføre begrenset rasjonelle beslutningsprosesser, der man vurderer noen alternativer og de viktigste konsekvensene for hvert alternativ. I slike prosesser er man ute etter en «god nok» beslutning. I prosessen bruker man forenklete prosedyrer, og blir i større grad selektiv og velger løsninger man er vant til.

Begrenset rasjonelle beslutningsprosesser foretrekkes ofte i situasjoner der man har begrenset informasjon om mulige alternativer, manglende oversikt over alle konsekvenser for hvert alternativ, begrenset mulighet til å håndtere store mengder informasjon og uklare og motstridende preferanser.

#### *Regelfølgingsbeslutningsprosesser*

I noen situasjoner kan beslutningsprosesser forklares som regelfølgingsbeslutningsprosesser, der man – implisitt eller eksplisitt – stiller tre spørsmål før man tar en beslutning:

- **meningsdanning** – hva slags situasjon er dette? Informasjon og erfaringer brukes for å forstå situasjonen man står overfor.
- **identitet** – hvem er jeg i denne situasjonen? Man definerer egen identitet og posisjon i situasjonen, basert på både formelle og uformelle roller.
- **regel** – hva bør en som meg gjøre i en situasjon som denne? Regler, normer, vanlig organisatorisk praksis og egne erfaringer kan her brukes for å definere riktig handling.

En regelfølgingsbeslutningsprosess forutsetter at både oppgaver og løsninger er kjente (March & Heath, 1994; March et al., 1958; Schiefloe, 2018).

#### *Anarkiske beslutninger*

Beslutninger er resultater av en kombinasjon av problemstilling, beslutningstagere, mulige løsninger, omstendigheter rundt, tidspunkt og tilgjengelig beslutningstid. Når flere

deler av denne kombinasjonen ikke er planlagt, men styrt av tilfeldigheter, vil det oppstå anarkisk beslutningstaking. Faktorer som trigger en slik beslutningsprosess, er flertydige virkeligheter, kompleksitet, tidspress, tilfeldigheter i ressursallokering og begrensninger i tilgjengelige ressurser (March & Heath, 1994).

### *Beslutninger som resultat av sosiale prosesser*

Beslutninger er ofte ikke fattet av enkeltindivider, men fattes kollektivt i møter og samlinger. Det betyr at beslutningene er resultat av en sosial prosess. I slike prosesser kan beslutninger bli negativt påvirket av fenomener som maktbalanse, myndighet, manipulering, allianser, ulike interesser, konflikter, misforståelser, ulike mentale modeller og diverse hersketeknikker. Beslutninger kan også bli positivt påvirket av samarbeid, samhandling, tillit, støtte og kollegahjelp, som kan oppstå i sosiale prosesser (March & Heath, 1994; March et al., 1958; Schiefloe, 2018).

### *Stiavhengig beslutning*

Stiavhengige beslutninger omfatter situasjoner der beslutningene er avhengige av tidligere fattede beslutninger. Dette er tilfelle når valgmuligheter og konsekvenser knyttet til en beslutning blir avgrenset av valg foretatt i tidligere beslutninger.

## 2.1.2 Tradisjonell prosjektledelse og usikkerhetsstyring

Det som kjennetegner prosjekter generelt, er midlertidige organisasjoner, unike engangsprodukter og avgrenset omfang, mål, kostnad og tid (Aarseth, Rolstadås, & Klev, 2015; Rolstadås, 2014). Det tradisjonelle prosjektledelsesfaget har en preskriptiv tilnærming, der man vektlegger formelle organisatoriske trekk og bruker dem i ledelse og styring av prosjekter. Faget er også basert på lineær tenkning, med klare årsak-virknings-sammenhenger (Cicmil, Cooke-Davies, Crawford, & Richardson, 2009; Shenhar & Dvir, 2007; Varanini, Ginevri, & Varanini, 2012; Wysocki & Bentley, 2016). Faget er samtidig under store og raske endringer og implementerer stadig nye prinsipper og tankesett (Smith & Kampf, 2013). I dette delkapitlet presenteres noen viktige momenter i tradisjonell prosjektledelse og usikkerhetsstyring som står i kontrast til forståelsen av prosjekter som komplekse systemer.

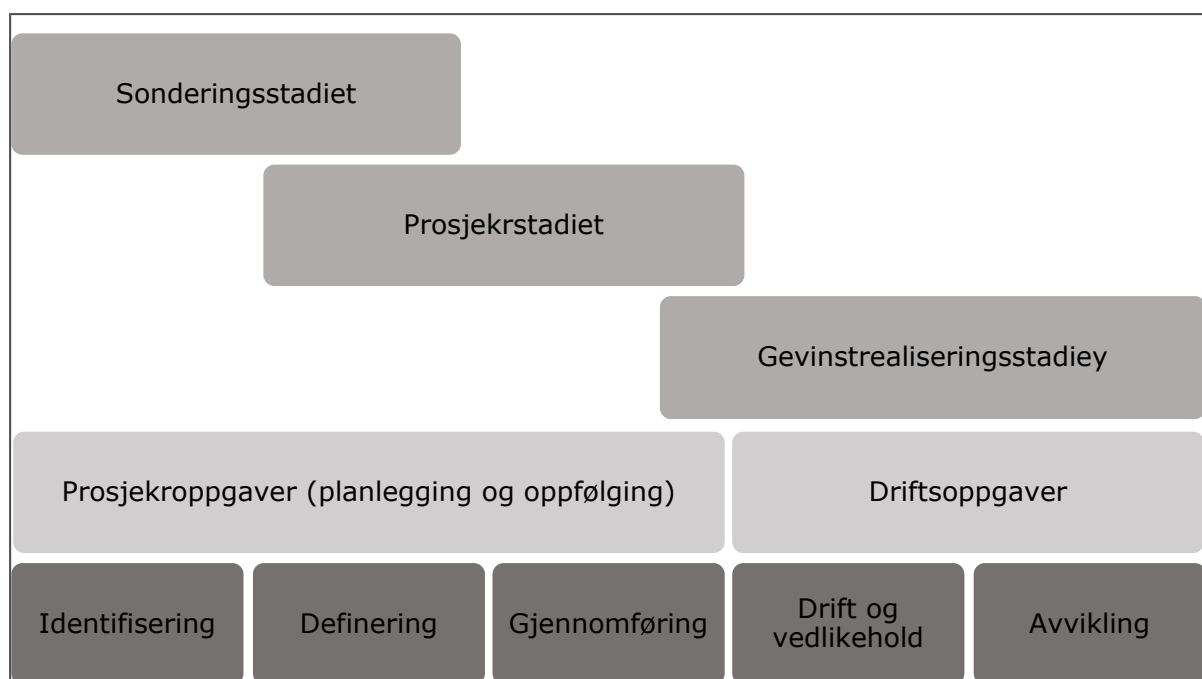
### **2.1.2.1 Prosjekt mål**

Tradisjonell prosjektledelse skiller mellom *resultatmål*, som er den konkrete leveransen prosjektet skal levere, og *effekt mål* eller *formål*, som er den tilsiktede effekten av prosjektet. Disse to typene mål er knyttet til effektiv utførelse av et prosjekt og tiltenkt effekt av prosjektet. Dette blir ofte uttrykt som «å gjøre prosjekter riktig» og «å gjøre riktige prosjekter» (Aarseth et al., 2015). I noen tilfeller kan prosjekter være utsatt for

motsigelse i mål, noe som skaper uklarhet om suksesskriteriene. For å håndtere denne utfordringen tilbyr faget verktøy og metoder for analyse og styring av prosjektmål.

### 2.1.2.2 Oppdeling av prosjektutvikling i faser

Prosjektledelsesfaget deler prosjekter inn i tre distinkte: *sonderingsstadiet*, *prosjektstadiet*, med prosjektoppgaver som planlegging og oppfølging, og *gevinstrealiseringsstadiet*, med driftsoppgaver som drift, vedlikehold og avvikling (Aarseth et al., 2015). Prosjektstadiet blir igjen inndelt i tre faser: *prosjektidentifisering*, *prosjektdefinering* og *prosjektgjennomføring*. Hver fase har igjen flere trinn under seg. Avslutning av alle trinn og faser blir markert med kontrollporter, godskjenningpunkter og plan for neste fase (Aarseth et al., 2015).



Figur 1 Prosjektstadier (Aarseth et al., 2015, s. 46)

### 2.1.2.3 Nedbrytning i mindre deler

Ifølge prosjektledelseslitteratur må prosjektarbeid normalt brytes ned i mindre deler. En slik nedbrytning blir sett på som et helt nødvendig tiltak for å kunne styre prosjekter (Aarseth et al., 2015). Oppdelingen av prosjekter skjer gjennom prosjektnebdrytningsstruktur (PNS) (Rolstadås, 2014).

### 2.1.2.4 Instrumentalisme

Prosjektledelsesfaget er preget av instrumentalisme, som går ut på å tilby verktøy for håndtering av utfordringer. Prosjektledelsesfaget tilbyr verktøy for blant annet interessentanalyse og -håndtering, målanalyse, prosjektnebdrytningsstruktur, kostnadsestimering, planlegging, budsjettering og organisering samt for anskaffelse, oppfølging, rapportering og avvikshåndtering (Aarseth et al., 2015; Rolstadås et al.,

2014). Den grunnleggende antagelsen for instrumentalisme er at problemer og løsninger er kjente, og at bruk av verktøy kan skape forutsigbarhet i prosjektprosesser.

### **2.1.2.5 Lineær tenkning**

Prosjektledelsesfaget er basert på lineær tenkning, som innebærer klare sammenhenger mellom hendelser/aktiviteter og deres konsekvenser. I lineære systemer har alle lignende hendelser de samme resultatene når omstendighetene rundt er like. Dette betyr at når innputt er kjent, kan output være eller bli kjent. Denne tenkningen forutsetter at forholdene enten er kjente (*known*) eller kan bli kjente med visse tiltak (*knowable*).

### **2.1.2.6 Usikkerhetsstyring**

I de senere årene har prosjektledelsesfaget utviklet verktøy for usikkerhetsstyring, som går på å håndtere usikkerhet i prosjekter. Usikkerhet består av *risiko*, som er usikre hendelser med *negativ* virkning på prosjektsuksess, og *muligheter*, som er usikre hendelser med *positiv* virkning på prosjektsuksess (Aarseth et al., 2015; Rolstadås et al., 2014).

*Project Management Institute* (PMI) bruker begrepet «risk management» i stedet for *usikkerhetsstyring* og definerer *risk management* som håndtering av risiko i prosjekter. Risiko er i *practice standard for project risk management* (2009), utgitt av PMI, definert som «en usikker hendelse som kan ha positiv eller negativ effekt på prosjektmål» (Project Management, 2009). Samme standard definerer (*emergent risk*) som «en risiko som oppstår sent i et prosjekt, som ikke kunne vært identifisert i tidlige faser» (Curlee & Gordon, 2011; Project Management, 2009). Her skiller PMIs terminologi seg fra de fleste norske bøker om prosjektledelse, men konseptet er akkurat det samme (Aarseth et al., 2015; Rolstadås, 2014).

Usikkerhetsstyring, eller (*risk management*), er et forsøk på å kvantifisere en tvetydig innputt, som er noe man i utgangspunktet ikke har kontroll over. Mange organisasjoner som er bevisst på risiko og bruker erfaring og historiske linjer til å utvikle risikoledelesplaner og risikoeventualiteter, forstår at det som fungerer i ett prosjekt, ikke nødvendigvis fungerer i neste. Noen risikoer er kjente og kan planlegges for. De blir ofte kalt for «kjente ukjente risikoer» (Klakegg, 2010). Andre risikoer er ukjente og ikke-forventede og kan kalles for «ukjente ukjente risikoer». Ukjente ukjente risikoer er normalt knyttet til prosjektkompleksitet og kan vanligvis ikke håndteres gjennom usikkerhetsstyring. Kompleksitetsteori aksepterer at en del risiko er bare ukjent, og at den beste måten å håndtere ukjente risikoer på er å ha en fleksibel prosess og ikke en rigid beredskap (Curlee & Gordon, 2011).

## 2.2 Del 2: Kompleksitet

Kompleksitet er et sammensatt og omfattende fagfelt som er blitt forsket på av forskjellige fagmiljøer. I denne delen presenteres relevant litteratur om kompleksitetsteori, med noen viktige kompleksitetskonsepter, før jeg presenterer litteratur om prosjektkompleksitet og prosjektkompleksitetsmodeller.

### 2.2.1 Kompleksitetsteori

Kompleksitetsteorien er utviklet fra kaosteori, som er blitt skrevet om i vitenskapelige miljøer siden 1800-tallet (Curlee & Gordon, 2011). Kompleksitetsteori kan bredt defineres som studiet av orden, struktur, mønster og nyhetsgrad (*novelty*) som oppstår i ekstremt komplekse, tilsynelatende kaotiske systemer. Kompleksitetsteori er samtidig studiet av hvordan kompleks atferd og struktur vokser fra enkle forståelsesregler (Cicmil et al., 2009). Nedenfor presenteres de viktigste egenskapene til komplekse systemer som skiller komplekse systemer fra andre systemer og kan brukes til å identifisere komplekse systemer.

#### 2.2.1.1 Komplekse systemer kan respondere på mer enn én måte

Et komplekst system er et system som i seg selv har kapasitet til å respondere på omgivelsene på mer enn én måte. Det kan derfor ikke bli forklart som et mekanisk system. I komplekse systemer kan man gjøre de samme tingene flere ganger og få helt forskjellige resultater. Mindre variasjoner kan føre til større endringer, mens store variasjoner kan resultere i minimale endringer. Dette gjør det umulig å forhåndsprogrammere slike systemer i detalj (Cicmil et al., 2009). Ifølge kompleksitetsteori kan samme hendelse samme sted føre til vesentlig forskjellig utfall (Pievani & Varchetta, 2005).

#### 2.2.1.2 Kompleksitet handler om indirekte effekter («ikke-linearitet»)

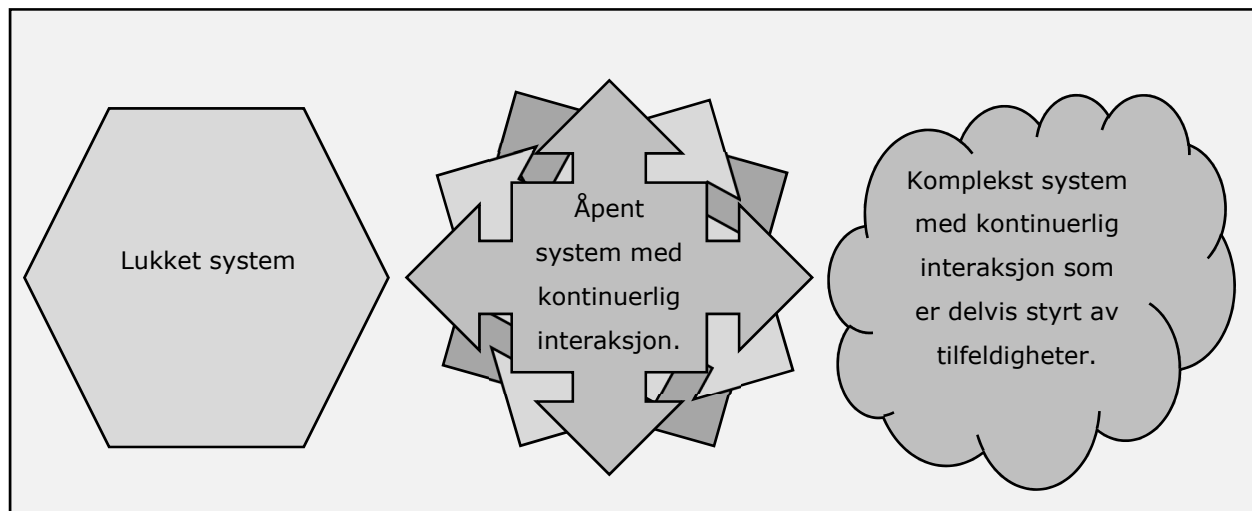
*The New England Complex System Institute* (2009) skriver: «*Studering av komplekse systemer handler om forståelse av indirekte effekter.*» Problemer som er vanskelige å løse, er ofte vanskelige å forstå, fordi relasjonen mellom årsaker og konsekvenser ikke er åpenbar. Slike problemer er som regel knyttet til kompleksitet (Klakegg, 2010).

En press på et komplekst system ett sted har ofte uventet effekt et annet sted, fordi partene er innbyrdes avhengige. Dette betyr at komplekse prosjekter ofte ikke oppfører seg som forventet. I tillegg kommer effekten av en handling i komplekse prosjekter eller systemer ofte forsinket i tid (Klakegg, 2010).

#### 2.2.1.3 Komplekse systemer er delvis styrt av tilfeldigheter

I likhet med åpent system-teori anerkjenner kompleksitetsteorien at mennesker som lever og jobber sammen, danner et åpent system, i kontinuerlig interaksjon med sine

omgivelser (Byrne, 1998; Hass, 2009). Kompleksitetsteori skiller seg fra tradisjonell åpent system-teori ved å anerkjenne at deler av systemer ikke kan forklares eller kontrolleres, men normalt blir styrt av tilfeldigheter (Curlee & Gordon, 2011). Dette er i motsetning til åpent system-teori, som baserer seg på en forutsigbarhet som er uttrykt ved at man kan forme en organisasjon gjennom visse tiltak (S. Johannessen, 2002).



Figur 2 Ulike tilnærminger til systemer

#### **2.2.1.4 Kompleksitet er en funksjon av antall variabler og avhengigheter**

Baccarini (1996) som var en av de første som definerte kompleksitet, har sett kompleksitet som eksistensen av mange varierte, innbyrdes avhengige deler, operasjonalisert i form av mengde variabilitet og antall innbyrdes avhengigheter. Han omhandler to typer kompleksitet – teknisk og organisatorisk kompleksitet. Basert på Baccarinis arbeid (Baccarini, 1996) har Williams (2002) utviklet kompleksitetskonseptet til å inkludere strukturell kompleksitet og usikkerhet (Klakegg, 2010).

#### **2.2.1.5 Komplekse systemer kan ikke brytes ned for å forstås**

Simon (1981) definerer komplekse systemer som systemer som består av et stort antall deler som interagerer på en «ikke-enkel» måte. I slike systemer er helheten mer enn summen av enkeltdelene. Det er ikke mulig å utlede helhetens egenskaper ut fra egenskaper ved enkeltdelene og interaksjonsreglene mellom dem (Klakegg, 2010). Mennesker liker å bryte ned systemer til mindre komponenter for å forklare helheten, men komplekse systemer kan ikke brytes ned til deler for å forstås som en helhet, siden summen av enkeltdelene ikke er lik helheten (Curlee & Gordon, 2011).

### **2.2.1.6 Kompleksitet handler om mulighet for fremvekst av noe nytt (*emergence*)**

Når komponenter eller elementer i et system samhandler og organiserer seg selv, skapes det et hierarki av fremvoksende nye systemegenskaper. Dette fenomenet kalles for (*emergence*) (Curlee & Gordon, 2011).

### **2.2.2 Kompleksitetsteoretiske konsepter**

Flere konsepter og delteorier er utviklet under kompleksitetsteori (Curlee & Gordon, 2011). Noen viktige konsepter blir presentert nedenfor.

#### **2.2.2.1 Sensitiv avhengighet av initialbetingelser (sommerfugleeffekten)**

Den kjente matematikeren Edward Lorenz (Lorenz, 1963) målte atmosfærisk struktur og forventet å finne at den var totalt styrt av tilfeldigheter. Han gjentok forsøkene flere ganger og ble overrasket over en viss form for orden i tilfeldigheten (Curlee & Gordon, 2011). Dette kompleksitetskonseptet ble tatt et skritt videre med Lorentz' mye siterte eksempel, der en sommerfugls vingeslag i Brasil kan skape ubalanse som kan føre til, eller hindre, en orkan på vestkysten i USA, avhengig av små forskjeller i initialbetingelser (Klakegg, 2010).

Sommerfugleeffekten er forståelse av at alle krefter er sammenkoblet. Mens prosjekter går, er det best å sørge for at alle krefter jobbe i samme retning. Konseptet viser også at selv mindre bidrag kan ha større effekt når de blir forsterket over tid og avstand. Ledere som kan motivere alle medarbeidere, kan bidra til å skape en kontrollert orkan som er i stand til å oppnå store resultater (Curlee & Gordon, 2011).

#### **2.2.2.2 Den merkelige attraktoren (*strange attractors*)**

Enkle systemer, som en enkel pendel, kan beskrives med et faseromdiagram (*phase-space-diagram*) som kan fortelle om energi og posisjon i systemet til enhver tid.

Komplekse systemer, derimot kan beskrives av den merkelige attraktoren (*strange attractors*), som er mønster som kan beskrive komplekse, tilsynelatende kaotiske, systemer (Cicmil et al., 2009).

#### **2.2.2.3 Fraktaler**

Fraktaler er struktur og mønster som har egenlighet uansett skalering. De består av svært enkle former som er det samme uansett forstørrelse. Komplekse systemer kan dannes som følge av meget enkle strukturer og mønster. Det trengs veldig enkle koder og lite informasjonsvolum for at fraktale systemer skal dannes. Derfor blir det færre feil i slike systemer. Fraktaler kalles naturens geometri og er å finne i veldig mange naturlige systemer. Blodstrømningsfordeling i hjertet og lunger, variasjoner i hjerteslagintervaller og spredningsmønster av epidemiske sykdommer er noen eksempler. Et hjerte som slår med fraktalt slagmønster er mer robust enn et hjerte som slår med metronom. Det er



flere gode grunner til at fraktaler er så vanlig å finne i naturlige og fremvoksende systemer (Cicmil et al., 2009; SNL).

#### **2.2.2.4 «På randen av kaos» (*Edge of chaos*)**

Studier av evolusjon og levende dynamiske systemer har vist at slike systemer har både kaos- og ordenegenskaper. Kaos og orden er i en kontinuerlig interaksjon og balanse i systemene. Dette området, som er kjent som «på randen av kaos» (*edge of chaos*), gir de beste betingelser for evolusjon og fremvekst av noe nytt (Cicmil et al., 2009).

#### **2.2.2.5 Universalitet – mønstre og mønstring i verden**

Antall kronblader i nesten alle blomster er en av tallrekke (3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89). Tallene  $\pi$ ,  $\varphi$  og  $e$  er å finne i veldig mange naturlige fenomener i universet. Dette er en universalitet som viser at verden består av mye likheter og stadige gjentakelser (Cicmil et al., 2009).

#### **2.2.2.6 Selvorganiserende systemer**

Komplekse dynamiske systemer kan være i stand til å organisere seg selv og kan utøve valg på en måte som gjør dem iboende uforutsigbare. Slike systemer har til felles at de endrer essens og energi og forblir ubalanserte. Tilbakemeldingssykluser mellom systemer og deres kontekst trigger kontinuerlig samhandling og kompatibilitet mellom systemets oppførsel og systemkonteksten (Cicmil et al., 2009).

#### **2.2.2.7 (*Emergence*)**

Mens selvorganiserende systemer i sitt daglige arbeid er i kontinuerlig interaksjon med sin kontekst og stadig endrer og veksler essens og energi med sin kontekst, forblir de ustabile. Dette skaper spontan atferd og gir fremvekst av nye mønstre og karakterer.

(*Emergence*) er fremvekst av noe nytt fra et komplekst, tilsynelatende kaotisk system (Cicmil et al., 2009). (*Emergence*) er hjertet av tilpasnings-, evolusjons- og transformasjonsprosesser. Wilson (1971) anså (*emergence*) som kjernen i livet og påstår at ved å jobbe kollektivt i alle systemer vil noe nytt (*novel*) vokse frem gjennom (*emergence*) (Cicmil et al., 2009).

#### **2.2.2.8 Komplekse adaptive systemer**

Den grunnleggende forskjellen mellom selvorganiserende systemer og komplekse adaptive systemer er at sistnevnte har evnen til å lære av sine erfaringer og derfor kan legge til vellykkede mønstre i deres repertoar. Disse systemene vokser frem i et høyere systemnivå enn selvorganiserende systemer (Cicmil et al., 2009).

### **2.2.3 Prosjektkompleksitet**

I studiet av prosjektkompleksitet legger man vekt på grad av ikke-linearitet, evolusjon, fremvekst (*emergence*) og radikal uforutsigbarhet med tanke på både menneskelige og

ikke-menneskelige aspekter og deres implikasjon for ledelse i prosjekter (Cicmil et al., 2009).

Å se på prosjekter som komplekse systemer er basert på to filosofier: kritisk realisme og konstruktivisme. Kritisk realisme antar at mennesker som jobber og lever sammen, lærer sammen som et komplekst adaptivt system. Konstruktivisme antar at mennesker kollektivt genererer ideer rundt sitt arbeid (Cicmil et al., 2009).

I prosjekter handler kompleksitet om å bruke kaos på en måte som gir prosjektledere mulighet til å øke prosjektteamenes effektivitet ved å tillate en viss grad av individualitet (Curlee & Gordon, 2011). Kompleksitet i prosjekter kan slå ut begge veier: riktig påført er det positivt for prosjektet, og feilaktig påført kan det være negativt for prosjektet (Curlee & Gordon, 2011).

Prosjektledere må både utføre tradisjonelle risikostyringsprosesser og forberede prosjektteamene på å forvente det uventede. Ifølge kompleksitetsteori vil grundig oppfølging av risikostyringsplanen ikke kunne motvirke det uventede. Det uventede vil inntreffe fordi det ikke kan kontrolleres (Curlee & Gordon, 2011; Varanini et al., 2012).

Cicmil et al. (2009) har skapt et konsept de har kalt *complex responsive processes of relating* (CRPR), basert på tre nøkkelaspekter av kompleksitet i prosjekter:

- vedvarende flertydighet og tvetydighet av ytelses- og suksesskriterier og motsigende og konfliktfull forståelse av prosjektsuksess
- iboende uforutsigbarhet av fremtidige hendelser og utfall av prosjektarbeid
- komplekse fleraktørs grensesnitt og sosial interaksjon

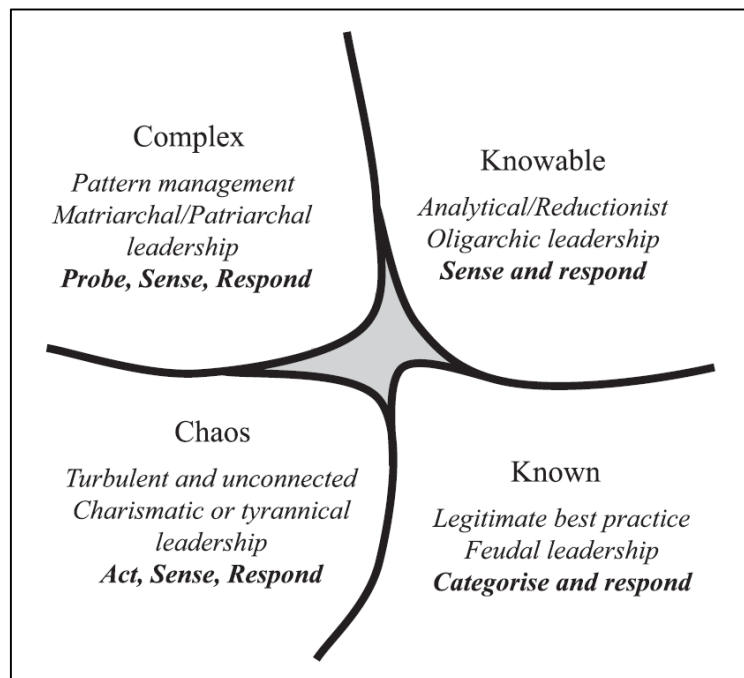
Kompleksitet i prosjekter påvirker i stor grad måten prosjektene bør håndteres på, siden beslutningstaking i komplekse systemer er totalt annerledes enn i andre systemer. Snowden og Boone (2007) foreslår Cynefin-rammeverket, som er et verktøy for beslutningstaking basert på typen systemer beslutningen blir tatt i. I dette rammeverket er systemer og situasjoner inndelt i fire kategorier: *enkel*, *komplisert*, *kompleks* og *kaotisk*. Hver kategori har egne karakteristiske egenskaper. Lederes rolle, ifølge rammeverket, er ulik i de forskjellige kategoriene. Bakgrunnen for Snowden og Boones arbeid har vært å rette oppmerksomheten mot forskjellige type farer og signaler som kan eksistere i prosjekter (Klakegg, 2010).

Modellen inkluderer anbefalinger for beslutningstagernes respons i de forskjellige systemene. Ifølge rammeverket kan *kompliserte* situasjoner analyseres, mens *komplekse* situasjoner ikke kan bli analysert. I komplekse situasjoner må man prøve og sanse før man responderer, noe som innebærer handlinger basert på magefølelse. Å handle effektivt i komplekse situasjoner, basert på magefølelse, kan treffe bedre når man har

erfaring fra lignende situasjoner, eller når man har erfaring med scenarioplanlegging der et bredt spekter av utfall er mulig (Klakegg, 2010).

Beslutninger i forskjellige kategorier i rammen blir beskrevet som følger:

- **Enkel situasjon** – beslutning basert på beste praksis
- **Komplisert situasjon** – beslutning basert på analyser (eller god nok praksis)
- **Kompleks situasjon** – beslutning basert på (*emergent*) praksis
- **Kaossituasjon** – beslutning basert på (*novel*) praksis



Figur 3 Håndtering av oppgaver i forskjellige systemer (Snowden, 2002, s. 104)

Prosjektledere i likhet med andre ledere bruker ofte ordene komplisert og komplekst om hverandre (Azim et al., 2010).

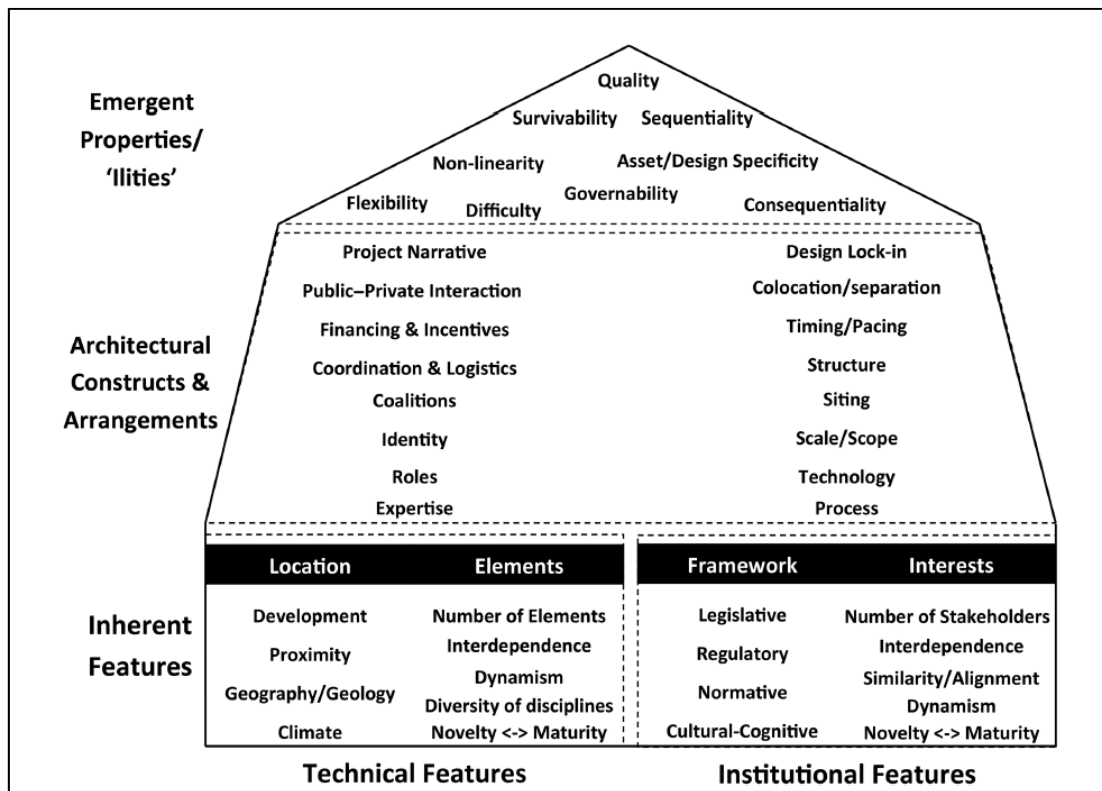
### 2.2.3.1 Ulike modeller for prosjektkompleksitet

Mange forskere har studert prosjektkompleksitet og lagd modeller for analyse og håndtering av kompleksitet i prosjekter.

Lessard, Sakhrani og Miller (2014) har utviklet et konsept for prosjektkompleksitet som de kaller *prosjektkompleksitetshuset*. Det grunnleggende i dette konseptet er at det skiller mellom to typer prosjektegenskaper: prosjekters iboende egenskaper, som er egenskaper knyttet til selve prosjektet, og prosjektdesignegenskaper, som er egenskaper skapt som konsekvens av valg av konsept, prosjektstyringsmodell og gjennomføringsmetoder. De iboende egenskapene er delt i to deler: tekniske egenskaper og institusjonelle egenskaper. De tekniske egenskapene har å gjøre med lokasjoner – geologi, geografi og klima – og elementer – antall, avhengighet og dynamikk. De

institusjonelle egenskapene har å gjøre med prosjekters sosiale og politiske omgivelser. I modellen er de iboende prosjektegenskapene representert som fundamentplanet i prosjektkompleksitetshuset, mens designprosjektegenskapene er selve huset.

Ifølge konseptet vil (*emergence*) oppstå som følge av interaksjon mellom alle prosjektegenskaper. (*Emergence*) er illustrert som taket i modellen.



Figur 4 Kompleksitetshuset (Lessaed et al., 2014, s. 176)

Geraldi (2008) har foreslått en metode for vurdering av prosjektkompleksitet basert på et konsept kalt *kompleksitetsmønsteret*. I modellen refereres det til tre kilder til kompleksitet: tro, virkelighet og avhengighet. Kompleksitet knyttet til tro oppstår når prosjektarbeidet handler om å produsere nye unike produkter eller løse nye problemstillinger, spesielt når arbeidet er forbundet med usikkerhet. Nøkkelord her er umodenhet og dynamikk. Kompleksitet knyttet til virkelighet har å gjøre med større mengde innbyrdes avhengig informasjon og med beslutningstaking uten full oversikt eller forståelse. Kompleksitet knyttet til avhengighet har å gjøre med grensesnitt og overlapp mellom systemer og er knyttet til egenskaper som nøytralitet, uforutsigbarhet og multikulturelle aspekter.

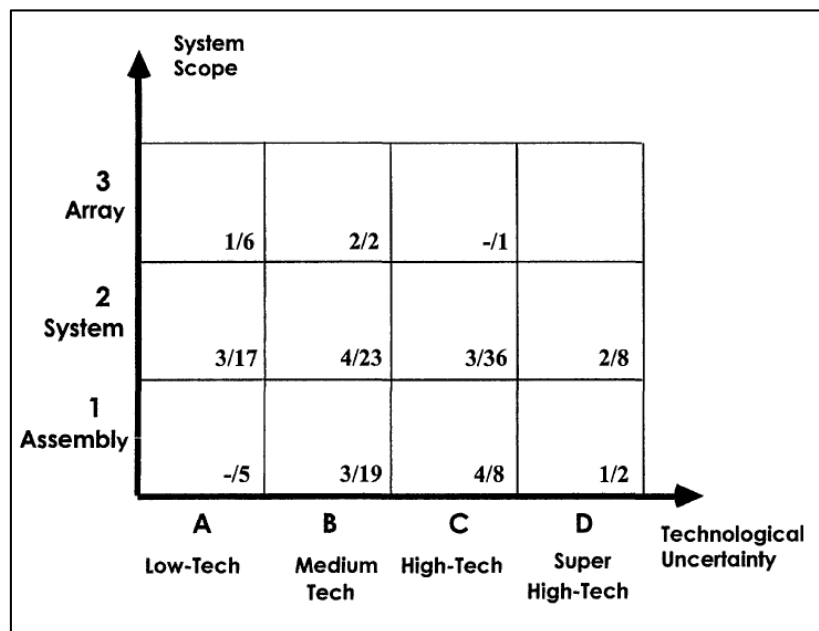
Hass (2009) har utviklet en modell for vurdering av prosjektkompleksitet basert på åtte dimensjoner: kost/varighet, teamsammensetting og -ytelse, hastverk/fleksibilitet, klarhet

i problem og løsning, krav til volatilitet, politisk avhengighet, organisatoriske og kommersielle endringer, og risiko knyttet til begrensninger i eller avhengighet av eksterne forhold. Hun definerer også seks kilder til prosjektkompleksitet: detaljer, uforutsigbarhet, usikkerhet, flertydighet, dynamikk og sosial struktur.

Shenhar (2001) foreslår en ramme med fire nivåer av teknologisk usikkerhet og tre nivåer av systemkompleksitet. De fire nivåene av teknologisk usikkerhet er basert på egenskapene til anvendt teknologi:

- **lavteknologiske systemer** – med implementering av kjente teknologier
- **medium teknologiske systemer** – teknologien er primært basert på eksisterende teknologi, men også en begrenset mengde ny teknologi
- **høyteknologiske systemer** – blant de første som anvender ny, eksisterende teknologi
- **superhøyteknologiske systemer** – krever utvikling av helt nye teknologier

De tre nivåene av systemkompleksitet er *assembly-prosjekter*, *systemprosjekter* og *array-prosjekter*. Shenhar (2001) illustrerer systemkompleksitet og teknologisk usikkerhet som et todimensjonalt diagram, slik det fremgår i figuren nedenfor.



Figur 5 To-dimensjonal prosjektkompleksitet (Shenhar, 2001, s. 401)

Senere har Aaron J. Shenhar sammen med Dov Dvir utarbeidet et adaptivt rammeverk for prosjektforståelse – *diamanttilnærmingen* (*The diamond approach*) (Shenhar & Dvir, 2007). I denne tilnærmingen til prosjektforståelse skiller de mellom produktkompleksitet og prosjektkompleksitet. De definerer seks nivåer av produktkompleksitet:

- **materialnivå** – fysiske legemer som plast, tre osv.
- **komponentnivå** – elementer i et subsystem som ikke kan fungere alene, som elektroniske komponenter eller programkoder
- **subsystemnivå** – et sett av elementer som sammen danner en enhet og har en spesifikk funksjon, som en avdeling i en organisasjon
- **systemnivå** – et sett av subsystemer som har multifunksjonseffekt, som et radarsystem
- **plattformnivå** – en enkel struktur som er en base for flere installerte systemer som tjener plattformens mål, som et fly eller et bygg
- **arraynivå** – en stor eller utbredt samling eller et nettverk av systemer som fungerer sammen for å oppnå et felles mål, som kontrollsentraler for fly, motorveinettverk, en by

Flere av produktkompleksitetsnivåene kan, ifølge tilnærmingen, bli styr på lik måte i prosjekter. Diamanttilnærmingen deler derfor prosjektkompleksitet i tre nivåer:

- **assembly-prosjekter**
- **systemprosjekter**
- **array-prosjekter**

Forskjellen mellom disse tre prosjektkompleksitetsnivåene er basert på måten prosjektene er organisert på. Økt prosjektkompleksitet innebærer en mer kompleks organisasjon, økt interaksjon mellom prosjektdeler og økt grad av formalitet i prosjektledelse (Shenhar & Dvir, 2007).

### **Assembly-prosjekter**

Et assembly-prosjekt er vanligvis utført innen en funksjonell enhet, av et lite team. Arbeidene foregår som regel på én lokasjon med tett kommunikasjon mellom teammedlemmer, som vanligvis kjenner hverandre og kommuniserer daglig, med begrenset formalitet og dokumentasjon.

### **Systemprosjekter**

Denne type prosjekter innebærer ofte leveranse av andre tjenester, som sikkerhetsforsyning, vedlikeholdsplaner, support og omfattende dokumentasjon. Systemprosjekter er sjelden utført av bare én organisasjon. De krever et «sentralkontor» som koordinerer arbeider og ytelser fra flere undergrupper eller underleverandører. Disse prosjektene krever økt formalitetsnivå og byråkrati. Sentralkontoret i slike prosjekter er ansvarlig for å definere kundens behov og for produktdefinisjon, design, prosjektering, integrering og testing av prosjektsystemet.

## Array-prosjekter

Array-prosjekter er ofte spredt over et stort geografisk område og består av et varierende nettverk av underprosjekter. De er store og er ofte bygd i en evolusjonær form, der tilleggssystemer blir gradvis tilføyet.

Prosjekter på dette kompleksitetsnivået handler ofte ikke om å bygge en helt ny array fra bunn av, men om modifikasjoner, forbedringer, eller bygging av tilleggskomponenter til en eksisterende array. Array-prosjekter kalles ofte for *programmer*<sup>1</sup>.

Array-prosjekter er ofte strukturert under en paraplyorganisasjon som håndterer finansielle, logistiske og juridiske problemstillinger og er ansvarlig for kontrahering og kontrollering av systemprosjektene som et array består av (Shenhar & Dvir, 2007).

I *Navigating complexity: a practice guide* deler Project management Institute (2014) kompleksitet inn i tre hoveddeler, med tilhørende underkategorier:

- **menneskers atferd**
  - enkeltmenneskers oppførsel
  - gruppe-, organisatorisk og politisk oppførsel
  - kommunikasjon og kontroll
  - organisasjonsdesign og -utvikling
- **systemoppførsel**
  - samhörighet
  - avhengighet
  - systemdynamikk
- **uforutsigbarhet**
  - usikkerhet
  - (*emergence*)

Rolstadås & Schiefloe (2017) foreslår en kompleksitetsmodell for analyse og håndtering av prosjektkompleksitet. I modellen skiller de mellom *kompleksitetsdrivere* og *kompleksitetsfaktorer*. Kompleksitetsdrivere er noen ukjente og (*emergence*)-trekk som representerer temporale krefter i prosjekter og skaper kompleksitet. Modellen foreslår fire kompleksitetsdrivere: usikkerhet, uforutsigbarhet, flertydighet og tempo.

Kompleksitetsdrivere skaper kompleksitet i prosjektgjennomføring og teknisk design av prosjektresultater gjennom kompleksitetsfaktorer.

Mens kompleksitetsdrivere er generiske, er kompleksitetsfaktorer spesifikke for prosjekter. Forståelse av hvilke kompleksitetsfaktorer et prosjekt er utsatt for, bidrar til

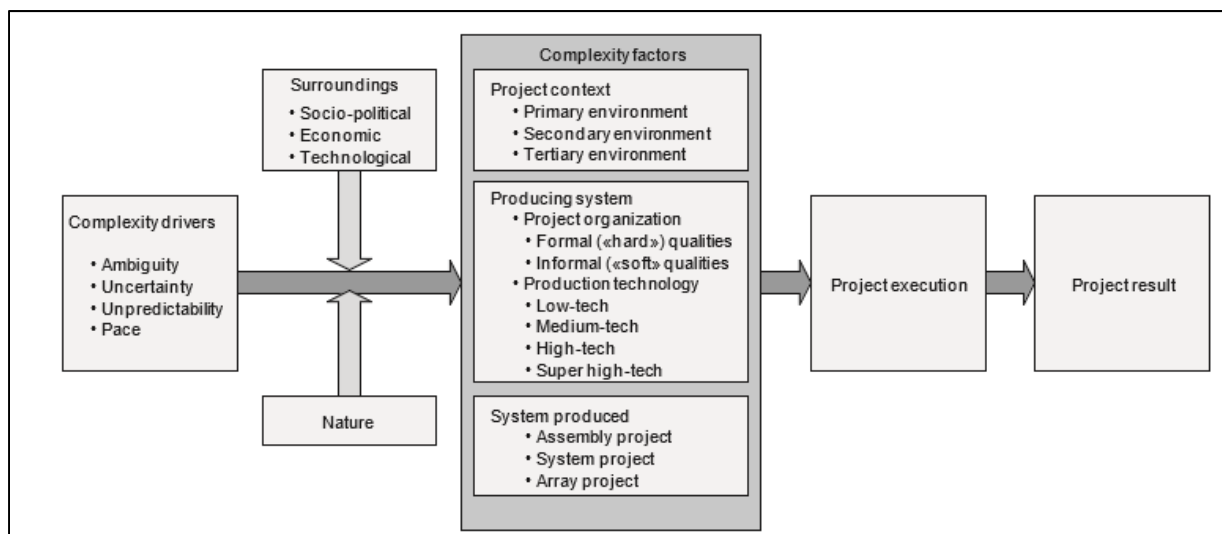
---

<sup>1</sup> «Program» i denne sammenhengen må ikke forveksles med programbegrepet fra prosjektledelsesfaget, som brukes som betegnelse på forskningsprosjekter.

bedre design av prosjekter og muliggjør styring av prosjektkompleksitet under prosjektgjennomføring.

Kompleksitetsfaktorer er i modellen inndelt i tre deler: prosjektkontekst, det produserende systemet (prosjektsystemet), og systemet som produseres (prosjektprodukter).

Kompleksitetsmodellen viser i tillegg andre effekter som påvirker kompleksitetsdrivere. Disse effektene kan inndeles i henholdsvis natur og omgivelser, som omfatter forhold av sosiopolitisk, økonomisk og teknologisk art.



Figur 6 Rolstadås og Schiefloes (2017, s. 305) kompleksitetsmodell

## 2.3 Del 3: Andre viktige sider av prosjekter

To andre viktige fag for bygge- og anleggsprosjekter er forretningsforståelse og organisasjonsteori. Forretningsforståelse er et grunnleggende viktig tema for kommersielle aktører i prosjekter. Organisasjonsteori er knyttet til kompleksitet og er et viktig fag for alle prosjektaktører. I dette delkapitlet foretar vi en rask gjennomgang av disse to fagområdene.

### 2.3.1 Forretningsforståelse

Forretningsforståelse kan defineres som forståelse av hvordan en bedrift – eller et prosjekt – fungerer og skaper verdier for sine interessenter, som eiere, kunder, ansatte, aksjonærer, storsamfunnet osv. Forretningsforståelse kan deles i tre hoveddeler: *forretningsidé og -modell, forretningsplan* og *forretningsdrift* (Osterwalder, Pigneur, Clark, & Sjøbu, 2015; Skjølsvik, Voldsund, & Keeping, 2016).



### **2.3.1.1 Forretningsidé og -modell**

En virksomhets forretningsidé beskriver hva som er grunnlaget for virksomheten gjennom å si noe om hva som er unikt med ideen, hvilke kunder ideen henvender seg til, og hvordan. Den skal også beskrive hvilke behov man ønsker å tilfredsstille.

Osterwalder et al. (2015) fremstiller en forretning som et hus, som består av grunnmur, selve huset og taket. Grunnmuren består av visjon og strategi. Visjonen er drivkraften i arbeidet med ideen og forteller noe om hvor forretningen ønsker å være i fremtiden, mens strategien beskriver hvordan man kommer seg dit på en fornuftig måte. Selve huset er forretningsideen, som forteller hvordan forretningen kan skape størst verdi, og hvordan ideen skiller seg ut. Taket i forretningshuset er forretningsmodellen, som er et hjelpemiddel for å realisere forretningsideen gjennom å koble sammen styrker i forretningen med muligheter i omgivelser (Skjølsvik et al., 2016). Modellen kan også brukes for kommersielle prosjekter, som kan forstås som en forretning.

Nyere forskning beskriver fundamentale endringer i den tradisjonelle tilnærmingen til forretningsmodell som konsekvens av disruptive teknologiske endringer (Alexander, 2010; Armstrong, 2017). Jeg velger å ikke gå dypere inn i dette temaet her.

### **2.3.1.2 Forretningsplan**

Forretningsplanlegging handler om hvordan man kan lage en god plan for virksomheten. Dette innebærer å utarbeide en god analyse av nåsituasjonen, med mål om å lage gode og realistiske planer for produkter og tjenester som skal leveres. Det gjøres gjennom å kartlegge omgivelser, marked, ressurser, aktiviteter, finansiering og budsjettering. Analyse og kartlegging av nåsituasjonen gir grunnlag for utvikling av forretningsplaner inkludert vekstplaner. Vurderinger av lønnsomhet og risiko ligger til grunn for planleggingsarbeidet fra start til slutt (Osterwalder et al., 2015; Skjølsvik et al., 2016).

### **2.3.1.3 Forretningsdrift**

Forretningsdrift handler om å utarbeide en form på organisasjonen som gjør det mulig å bruke ressursene effektivt for å maksimere verdiskapingen (Skjølsvik et al., 2016). Dette omfatter flere temaer, blant annet:

- **vekst** – det å utvikle og utvide virksomheten
- organisering – organisering og strukturering av virksomhetens ressurser og aktiviteter
- **ledelse og etikk** – ledelsesstrategier og etikkrammer
- **endring og prosjekt** – fleksibilitet og evnen til respons på dynamikk i omgivelser
- **exit- og salgsstrategier** – verdivurdering, salg, børsnotering og styrt avvikling og konkurs

### 2.3.2 Organisasjonsteori og pentagonmodellen

Organisasjoner blir definert som bevisst konstruerte sosiale systemer som jobber mot spesifikke mål (Jacobsen & Thorsvik, 2013). Denne definisjonen gir en god forståelse og beskrivelse av hva organisasjoner er, men blir kritisert for å gi inntrykk av at organisasjoner er forutsigbare og kontrollerbare systemer som kan formes etter behov, i motsetning til det erfaringer tilsier.

Morgan (1986) påpeker at teorier om organisasjoner er basert på metaforer som gir en særskilt og dyp, men ensidig forståelse av organisasjoner. Noen av de vanligste metaforene er:

- organisasjoner som maskiner
- organisasjoner som levende organismer
- organisasjoner som hjerne
- organisasjoner som kultur og teater
- organisasjoner som politisk system
- organisasjoner som mentalt fengsel

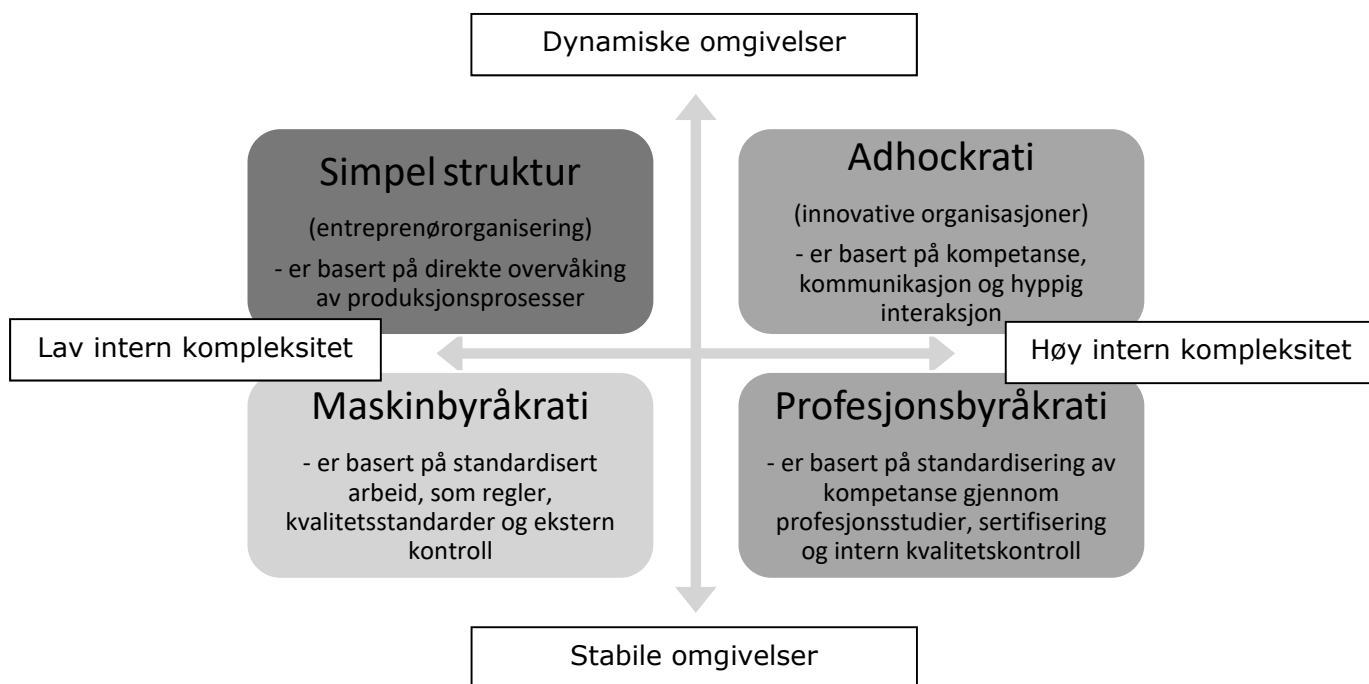
Ledere bør på lik linje med forskere strebe etter å ha et så riktig bilde som mulig av sin egen organisasjon og bør bruke egnede metaforer for det. Et viktig poeng hos Morgan er at det ikke finnes noen klar «riktig metafor». Hvor riktig en metafor er, er avhengig av situasjonen som skal forstås, og omstendighetene rundt. Det er imidlertid en sterk relasjon mellom forskeres faglige bakgrunn og metaforene de bruker.

Bolman & Deal (2008) foreslår fire sentrale forskningsrammer som bestemmer hva vi ser og hva vi gjør. Disse rammene er:

- **den strukturelle fortolkningsrammen** – organisering
- **human resources-rammen** – samspillet mellom organisasjon og mennesker
- **den politiske rammen** – organisasjoner som politisk arena og redskap
- **den symbolske rammen** – organisasjoner som kultur og teater

#### 2.3.2.1 Modeller for arbeidsdeling og koordinering

Fire forskjellige modeller kan brukes for å beskrive arbeidsdeling og koordinering i organisasjoner basert på to kriterier: grad av stabilitet i omgivelsene og grad av kompleksitet i interne arbeidsprosesser (teknologi, oppgaver, prosesser og arbeidsbetingelser). Disse fire modellene er henholdsvis *simpel struktur*, *adhockrati*, *maskinbyråkrati* og *profesjonsbyråkrati* (Mintzberg, 1983). Profesjonsbyråkrati er ofte brukt i helsesektoren.



Figur 7 Organisasjonsstrukturer (Mintzberg, 1983)

Generelt kan organisasjoner sies å være sammensatte systemer med mange forskjellige aspekter som kan forstås på ulike måter. Aspekter som strategi, teknologi, visjon og misjon er viktig, men det er også menneskelige aspekter. Forfattere som (Collins & Kolstad, 2002; Kuvaas & Dysvik, 2016) understreker menneskers betydning som kilde til suksess i organisasjoner.

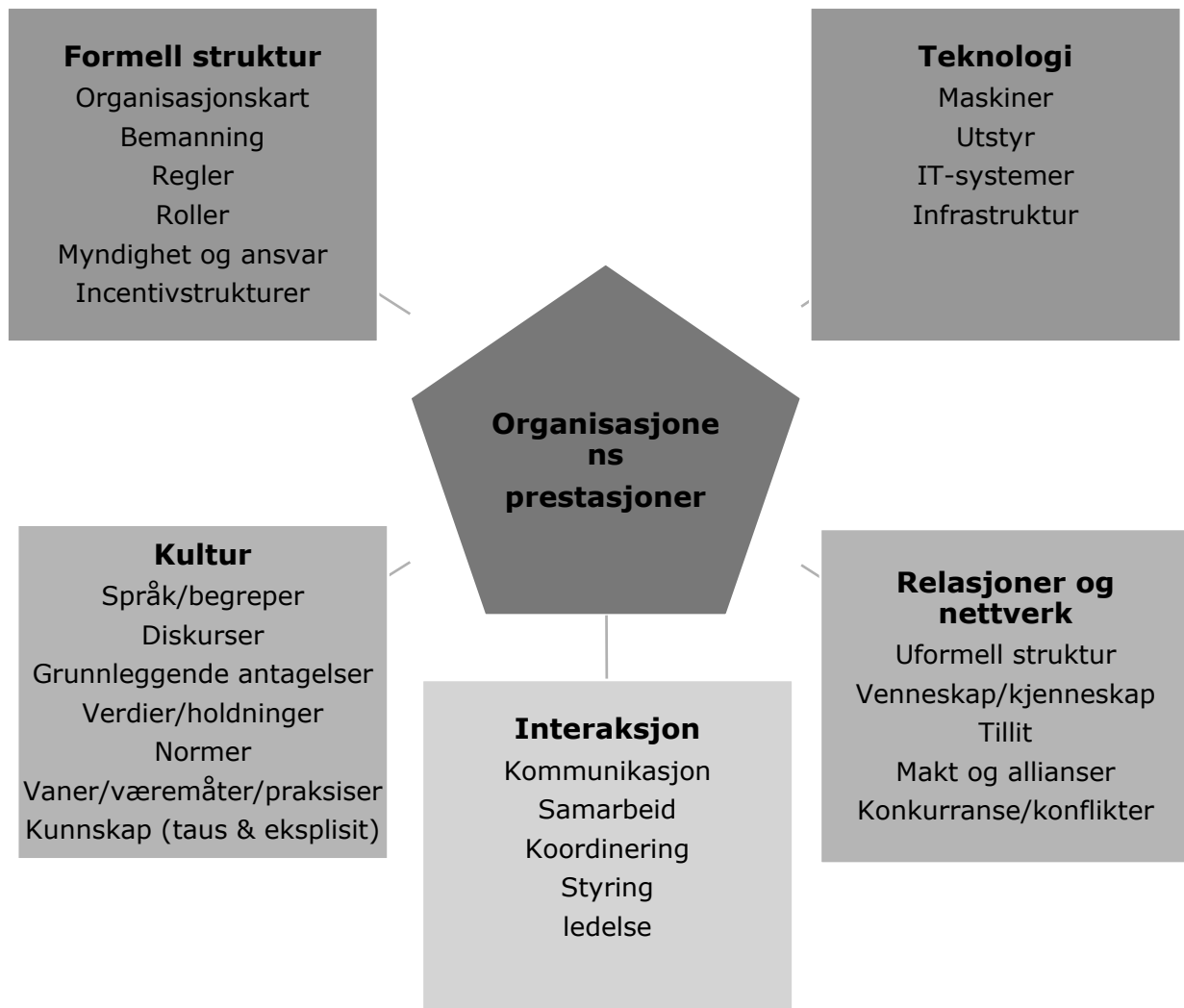
Et viktig element i studiet av organisasjoner er å ha en helhetlig forståelse av organisasjoner som inkluderer så mange aspekter som mulig (Schiefløe, 2018). Det er utviklet mange modeller for å beskrive og analysere organisasjoner, men Schiefloes (2018) pentagonmodell er sannsynligvis den mest omfattende og mest dekkende modellen for organisasjonsanalyser.

### 2.3.2.2 Pentagonmodellen

Pentagonmodellen er en analysemodell for organisasjoner som er basert på et sosiologisk perspektiv, med vekt på organisasjoner som sosiokulturelle systemer. Modellen argumenterer for at for å forstå en organisasjon på en helhetlig måte trengs en modell som inkluderer så mange relevante dimensjoner som mulig. Pentagonmodellen forsøker å unngå ensidige og ufullstendige bilder som enkeltmetaforanalyser ofte fremmer (Karim, 2018; Schiefloe, 2018).

Modellen deler organisatoriske kvaliteter inn i fem hovedkategorier: *formell struktur*, *teknologi*, *kultur*, *interaksjon*, og *relasjoner og nettverk*. Struktur og teknologi representerer formelle eller harde organisasjonsegenskaper, mens de resterende tre kvalitetene representerer uformelle eller myke organisasjonsegenskaper. Ved å inkludere

både formelle og uformelle organisatoriske aspekter bidrar modellen til å rette oppmerksomheten mot begge deler og vise samspillet mellom dem.



Figur 8 Pentagonmodellen (Schiefloe, 2018, s. 50)

### Organisasjonsstruktur

Den formelle organisasjonsstrukturen har som hensikt å skape stabilitet og forutsigbarhet i individers atferd, samtidig som den er et verktøy til å skape og sikre kvalitet, effektivitet og kontroll i organisasjoner. Organisasjonsmedlemmers atferd kan likevel avvike fra det organisasjonsstrukturen tilsier, på grunn av menneskenes natur og fordi maktfordeling i organisasjoner kan avvike fra den formelle maktfordelingen i organisasjonsstrukturer.

Mintzberg (1983) definerer ni grunnleggende designparametere for organisasjonsstruktur: jobbspesialisering, atferdsformalisering, standardisering av ferdigheter, gruppering av enheter, enhetsstørrelse, planlegging og kontrollsystem, vertikal desentralisering og horisontal desentralisering (Schiefloe, 2018).

Organisasjonsstruktur har to klassiske dilemmaer: spesialisering versus mangfold og kontroll og stabilitet versus innovasjon og fleksibilitet.

I pentagonmodellen omfatter organisasjonsstruktur: organisasjonskart, regler, rutiner, prosedyrer og arbeidsbeskrivelser, insentivdelingsstrukturer og beslutningsstrukturer.

### *Teknologi*

Teknologi er en av fem hovedkategorier i pentagonmodellen og inkluderer verktøy som maskiner, IKT-systemer, styringssystemer og annen infrastruktur som organisasjonsmedlemmer og ledelsen er avhengig av i sitt daglige arbeid. Teknologi inkluderer også styringssystemer, KS- og HMS-systemer.

Teknologien en organisasjon bruker, er nær forbundet med organisasjonsstrukturen, interaksjonsprosessene og relasjonene i organisasjonen. Det er derfor viktig å ta teknologien i betraktning når man skal forstå hvordan en organisasjon fungerer. Arne Krokan har jobbet med teknologi- og samfunnsendringer og viser til hvordan disse to prosessene har gått hånd i hånd (Andreassen, 2016; Krokan, 2010; Rolstadås, Krokan, & Dyrhaug, 2017). Han viser også til økonomiske konsekvenser av teknologiendringer som nye forretningsmodeller og digitaløkonomi med nettverkseffekter (Krokan, 2010, 2013).

Effekten de teknologiske endringene har hatt på samfunnet, kan direkte relateres til effekten de har hatt på organisasjoner. Til tross for denne, har litteraturen om organisasjonsfaget hatt en tendens til å ignorere temaet. Orlikowski (2010) identifiserer ulike måter teknologi er blitt håndtert på i organisatorisk forskning:

- **Fraværende håndtering** – selv om teknologien er overalt i organisasjoner, er den nesten helt fraværende i en god del ledelseslitteratur. En mulig forklaring på dette er forskernes faglige bakgrunn. Organisasjonsforskere er gjerne utdannet i økonomi, sosiologi, statsvitenskap eller psykologi og har en tendens til å rette sin oppmerksomhet mot menneskelige aspekter og sosiale strukturer, mens teknologi og materielle temaer forsvinner i bakgrunnen.
- **Eksogen kraft** – denne tradisjonen behandler teknologi som en eksogen driver av organisatorisk endring, som har forutsigbare virkninger på strukturer og prosesser. Nyere studier tenderer mot en mer positiv tilnærming og prøver å etablere generelle regler for forholdet mellom visse typer teknologier og ulike organisatoriske fenomener.
- **(Emergent) prosess** – forskere som arbeider innenfor dette perspektivet, hevder at teknologien kan forstås som materielle gjenstander som er sosialt definert og sosialt produsert. Begrepet (*emergent*) brukes fordi definisjon og bruk av teknologi blir sett på som resultater av pågående samspill av menneskelige

valg, handlinger, fortellinger og organisatoriske sammenhenger. Den sosial-tekniske skolen kan plasseres under denne overskriften.

- **Sammenfiltrering i praksis** – hovedpoenget her er at organisatorisk kapasitet blir sett som et resultat av organisatoriske sammenfiltrering mellom mennesker og teknologi.

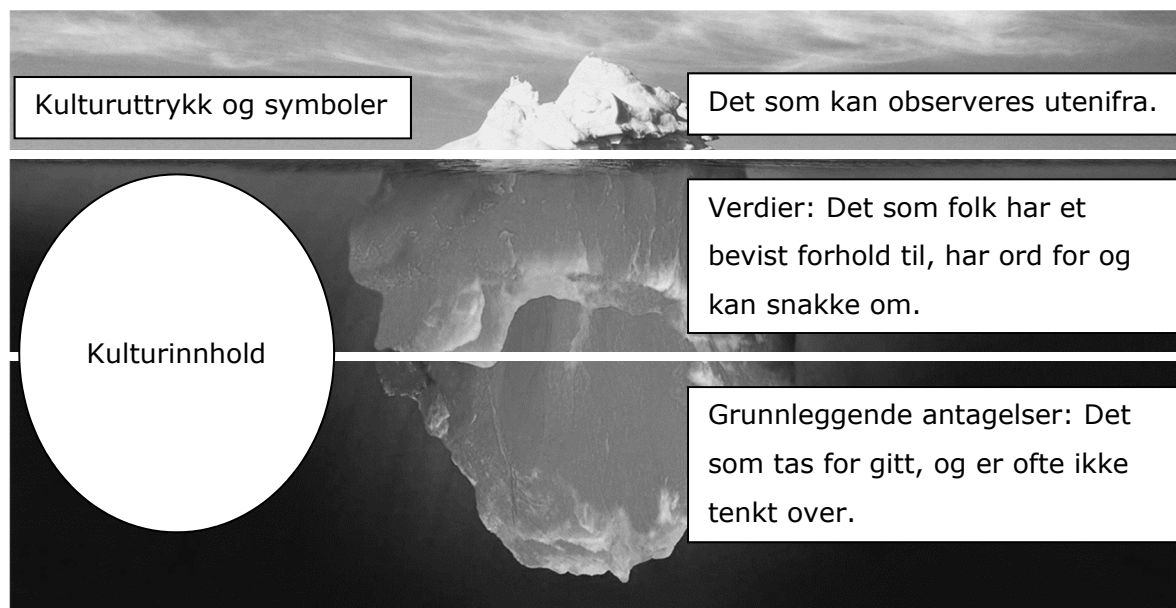
### *Organisasjonskultur*

Organisasjonskultur er et komplekst fenomen som danner rammer for hva som er riktige og aksepterte handlinger i organisasjoner. Kultur består av tre nivåer. Det øverste nivået er *symboler og atferd* – handlinger og holdninger. Det andre nivået er *verdier*, som er aksepterte begrunnelser og argumentasjoner for atferd. Det laveste nivået er *grunnleggende antagelser* som er tatt-for-gitt-heter som ikke trenger begrunnelse eller argumentasjon (Clegg, Kornberger, & Pitsis, 2011). Eksempler på grunnleggende antagelser er filosofier, tanker, tro, vaner og følelser.

Organisasjonskulturen blir synlig i etablerte vokabularer og i måten diskusjoner og kommunikasjoner foregår på. Språk er derfor en viktig kulturbærer og -formidler (Schiefløe, 2018). For analytiske formål kan man si at kultur består av tre sett elementer:

- **språklige komponenter** – rammene av verbale uttrykk og diskusjoner, koder og konsepter
- **normative komponenter** – komponenter som definerer hva som er tillatt og ikke tillatt, og hvilke typer reaksjoner som medfører visse typer atferd
- **kognitive komponenter** – fungerer som et rammeverk som styrer og leder oppmerksomhet, tolkning, sensemaking, evalueringer og beslutninger. Den kognitive komponenten kan bli synlig i form av tro, grunnleggende antagelser, verdier og kunnskap (Karim, 2018; Schiefloë, 2018)

Kultur kan brukes som et virkemiddel for kvalitetssikring, ledelse og resultatoppnåelse i organisasjoner. En svak organisasjonskultur kan føre til fremvekst av subkulturer, som er nyanser av ulike kulturer i organisasjonen, mens en sterk kultur kan begrense kreativitet og innovasjonsevne og binde kreative medarbeidere som vanligvis vil være annerledes. Sterk organisasjonskultur kan også redusere organisasjoners evne til fleksibilitet.



Figur 9 Organisasjonskultur<sup>2</sup>

I pentagonmodellen er kunnskap en underkategori av kultur. Begrunnelsen for dette kan være at kunnskap i likhet med kultur er noe mennesker bærer i hodet. Det er også slik at kunnskap er «gratis» tilgjengelig for alle, og det er organisasjonskultur som bestemmer hvor mye kunnskap og hvilke kunnskaper som blir dratt nytte av i organisasjoner.

I forbindelse med kunnskap er det viktig å peke på Nonaka og Takeuchis (1995) arbeid, som skiller mellom taus og eksplisitt kunnskap. Taus kunnskap er en betegnelse for kunnskap som ikke kan uttrykkes verbalt eller skriftlig, og er normalt lagret i hodet til folk. På individnivå er taus kunnskap summen av tause mentale modeller, følelser, intuisjoner og motoriske ferdigheter. På kollektivt nivå eksisterer taus kunnskap i form av historier, ritualer, verdier, normer og organisatorisk praksis. Formidling av taus kunnskap kan skje gjennom direkte kontakt over tid. Formidlingsprosessen er derfor krevende.

Eksplisitt kunnskap kan i motsetning til taus kunnskap uttrykkes verbalt og kan lagres utenfor individer i formelle dokumenter. På individnivå er eksplisitt kunnskap artikulerte mentale modeller og personlige historier. På kollektivt nivå lagres eksplisitt kunnskap i formaliserte rutiner, metoder, begreper og standarder (Reistad, 2010).

### Interaksjon

Interaksjon i pentagonmodellen representerer prosesser der arbeid fra medlemmer av samme eller forskjellige organisasjoner blir koordinert. Det er fire spesifikke former for interaksjon som er viktig i organisasjonsanalyser: *samarbeid og samhandling, kommunikasjon, koordinering og ledelse* (Schiefløe, 2018).

<sup>2</sup> Figuren er basert på figur i forelesningsnotat fra Per Morten Schieflo

### Samarbeid og samhandling

Individer eller organisasjoner som samarbeider, utfører gjensidig utfyllende arbeid og blir en del av en helhet, som er en større oppgave eller et felles mål. Samhandling foregår når individer, avdelinger eller organisasjoner er gjensidig avhengig av hverandre for å utføre arbeidet sitt.

### Kommunikasjon

Kommunikasjon er prosesser der en avsender koder et budskap i en melding, som blir formidlet til en mottager gjennom et kommunikasjonsmiddel. Meldingen blir så dekodet og forstått av mottager. Kommunikasjonsprosesser blir forstyrret av støy knyttet til kvaliteten på kommunikasjonsmidlet eller misforståelse av koder mellom involverte parter.

Nyere studier ser på kommunikasjonsprosesser som en toveis prosess der avsender og mottager sender og mottar meldinger samtidig. I slike prosesser er felles og lettfattelig språk en viktig forutsetning for en effektiv og vellykket kommunikasjonsprosess.

### Koordinering

Malone & Crowston (1994) definerer koordinering som en prosess for å håndtere gjensidig avhengighet. De definerer også forskjellige typer avhengigheter, som ressursavhengighet, sekvensiell avhengighet, samtidighetsbegrensninger og aktivitetsavhengighet.

Mintzberg ser på koordineringsmekanismer som strukturelle mekanismer. Eksempel på strukturelle mekanismer er rutiner, regler og prosedyrer som beskriver hvordan koordinering skal skje. Dette synet på koordinering har endret seg i nyere litteratur til fordel for en mer dynamisk tilnærming til koordinering i form av problemløsning, involvering og engasjering (Karim, 2018; Schiefloe, 2018).

### Ledelse

*Ledelse (managing)* er et begrep som omfatter både styring (*management*) og lederskap (*leadership*). *Styring og administrering (management)* handler om å utføre aktiviteter som ressursallokering, budsjettering, oppfølging, beslutningstaking osv. *Lederskap (leadership)* handler derimot om å motivere underordnede, være en rollemodell, definere retninger, ha visjoner osv. Det er flere prinsipper og metodikker som er drøftet i forbindelse med lederskap, som *managing by walking* og *ledelse gjennom småprat* (Ekman, 2004).

Ledere bør utøve både styring og lederskap. Fordelingen mellom styring og lederskap hos den enkelte leder er avhengig av hvilke oppgaver som skal løses, og henger sammen



med lederstil, ledelsesfilosofi og organisatoriske kvaliteter som organisasjonsstruktur og -kultur.

Mintzberg (2009) definerer ledelse i praksis som summen av tre aspekter: (*art*), som representerer visjon og kreative innblikk, (*science*), som representerer analyse og systematisk tilnærming, og (*craft*), som representerer erfaringer og praktiske lærdommer.

Generelt finner vi to hovedretninger for ledelse gjennom historien:

- **normativ ledelse** (ledesperspektivet) – i dette perspektivet betraktes organisasjoner som stabile enheter. Ledelse handler i dette perspektivet om arbeidsdeling og spesialisering. Perspektivet skiller mellom beslutning og utførelse og legger til rette for kontroll gjennom hierarkiske linjer og nærhet til ledere.
- **deskriptiv ledelse** (organisasjonsperspektivet) – i dette perspektivet ser man på organisasjoner som systemer i kontinuerlig endring og tilblivelse. Ledelse er i dette perspektivet å legge til rette og motivere for effektiv arbeidsutførelse. Perspektivet foretrekker styring som gartnervirksomhet (dyrke prinsipper og retningslinjer, med rom for frihet og selvstendighet) fremfor direkte kontroll.

Rolstadås et al. (2014) bruker pentagonmodellen for å definere to ulike ledelsesretninger i prosjekter: *preskriptiv ledestilnærming* – ledelse med vekt på formelle organisatoriske kvaliteter som struktur og teknologi – og *adaptiv ledestilnærming* – ledelse med vekt på uformelle organisatoriske trekk som organisasjonskultur, interaksjon og relasjoner og nettverk. I begge tilnærminger er både formelle og uformelle trekk viktige, men de vektlegges ulikt.

### *Relasjoner og nettverk*

Uformelle sosiale relasjoner i en organisasjon er svært viktig faktor for hvordan organisasjoner fungerer på individ- og gruppenivå. Schiefloe (2015) definerer sosialt nettverk som et sett av relativt varige, uformelle relasjoner mellom mennesker. I den velkjente Hawthorne studiene mellom 1924-1932 ble observert at grupper med folk som jobber sammen, utvikler mentale modeller som de bruker for å forstå og respondere på omverdenen (Schiefloe, 2018).

Fire grunnleggende prinsipper utgjør kjernen i en sosial nettverkstilnærming til organisasjoner (Kilduff & Krackhardt, 2008):

- Forholdet mellom aktører i en organisasjon er viktig for å forstå samspillet i organisasjonen.
- Menneskelig atferd har røtter fra mellommenneskelige nettverk.
- Sosiale relasjoner innenfor et nettverk er grunnlaget for sosial kapital.

- Uformelle strukturelle mønstre er viktig i en organisasjon.

I pentagonmodellen inkluderer Relasjoner og nettverk temaer som sosialt nettverk, tillit, konkurranse/konflikt, makt/allianse og sosialt kapital.

Flere andre kilder trekker frem tillit som grunnleggende viktig i organisasjoner.

Rousseau, Sitkin, Burt og Camerer (1998) definerer tillit som en mental tilstand preget av tiltro til at andre handler i tråd med ønsker og forventninger en selv har, i situasjoner der en har vanskelig for å overskue andres faktiske handlinger, og der risikoen er høy. Jusrud (2018) peker på muligheten for å bruke tillit som strategi for måloppnåelse i moderne organisasjoner.

Pentagonmodellen er en analysemodell, og kan blant annet brukes i design av endringsprosesser i organisasjoner. Organisasjonsendringer er vanligvis vanskelige og omfattende prosesser som ofte skaper motstand. Amundsen, Kongsvik og Keeping (2016) deler ansattes reaksjoner på organisasjonsendringer inn i to todelte dimensjoner: en konstruktiv–destruktiv dimensjon og en aktiv–passiv dimensjon. To dimensjoner med to muligheter gir følgende fire mulige kombinasjoner som definerer fire typer reaksjoner i organisasjoner:

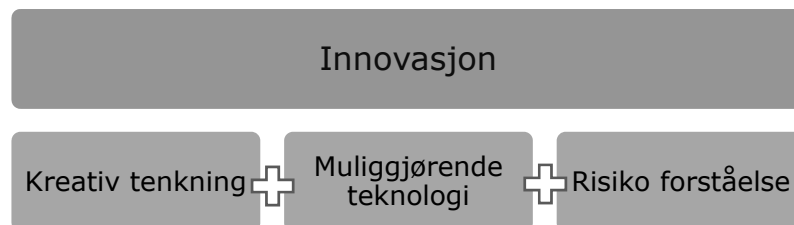
- **Kontraktiv-aktiv** – medarbeidere som hjelper til endringene
- **Konstruktiv-passiv** – medarbeidere som er positive, men ikke bidrar med noe
- **Destruktiv-aktiv** – medarbeidere som står aktivt imot (endringskynisme)
- **Destruktiv-passiv** – medarbeidere som blir demotivert

I tillegg til å håndtere disse reaksjonene bør organisasjoner som ønsker endringer, bygge opp endringskapasitet, som er et mål på organisasjoners evne til å gjennomføre multiple endringer (Meyer & Stensaker, 2011). Organisatoriske endringer kan planlegges som evolusjonære eller revolusjonære endringsprosesser, målt etter filosofien en ønsker å legge til grunn, og endringenes egenskaper (Klev & Levin, 2009; Kotter, Mueller, & Rathgeber, 2006; Røvik, 2007; Wit, 2017). Uansett hvilken endringsprosess man velger, kan pentagonmodellen være til hjelp i planleggingen av hvilke organisatoriske aspekter som skal endres, og hvordan.

### 2.3.3 Innovasjon og innovasjonsledelse

Den eldste definisjonen av innovasjon, lansert av Josef Schumpeter (1883–1950), ser på innovasjon som et kollektivt arbeid mer enn et arbeid som utføres av ett innovativt individ. Denne gamle definisjonen, er den blant de mest moderne og mest omfattende definisjoner i dag. Schumpeters definisjon er bred og omfatter i tillegg til betydning av teknologi, nye produkter, nye produksjonsmetoder, nye markeder, nye materialer og reorganisering av økonomisk sektor. Innovasjon resulterer i noe nytt som har nytte for

noen. Dette skiller innovasjon fra oppfinnelse, som ikke behøver å være nyttig i noen sammenhenger (Aasen & Amundsen, 2011). Innovasjon kan også ses som et resultat av kreativ tenkning kombinert med muliggjørende teknologi. Siden innovasjon som regel er forbundet med en viss usikkerhet, er risikoforståelse også et element som inngår i innovasjonsdefinisjonen.

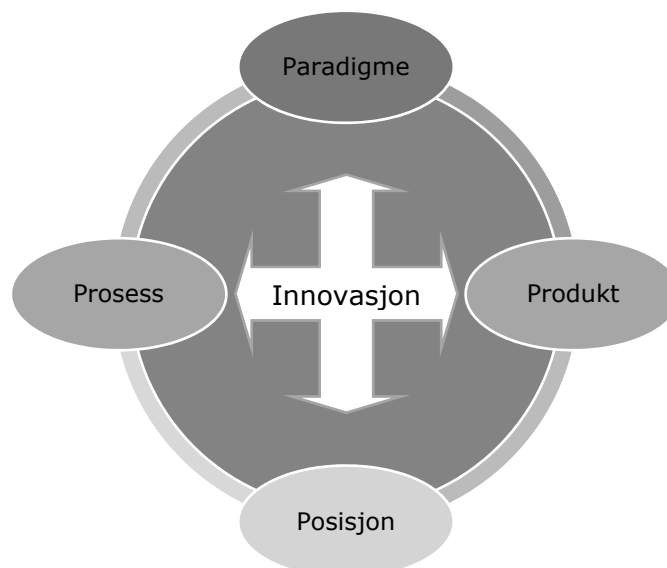


Figur 10 Innovasjon

### 2.3.3.1 Fire dimensjoner av innovasjonsrom

Innovasjon er endring. Tidd & Bessant (2013) bruker begrepet *innovasjonsrommet* og deler det inn i fire dimensjoner basert på hva som blir endret:

- **produktinnovasjon** – innovasjon som endringer i produkter og tjenester som organisasjoner leverer
- **prosessinnovasjon** - innovasjon som endringer i produksjonsprosesser
- **posisjoninnovasjon** – innovasjon som endringer i konteksten som produkter og tjenester leveres i (måten produkter og tjenester målrettes på)
- **paradigmeinnovasjon** – innovasjon som endring av mentale modeller som bestemmer hva organisasjoner leverer og hvordan de jobber.



Figur 11 Innovasjonsrommet (Tidd & Bessant, 2013, s. 25)

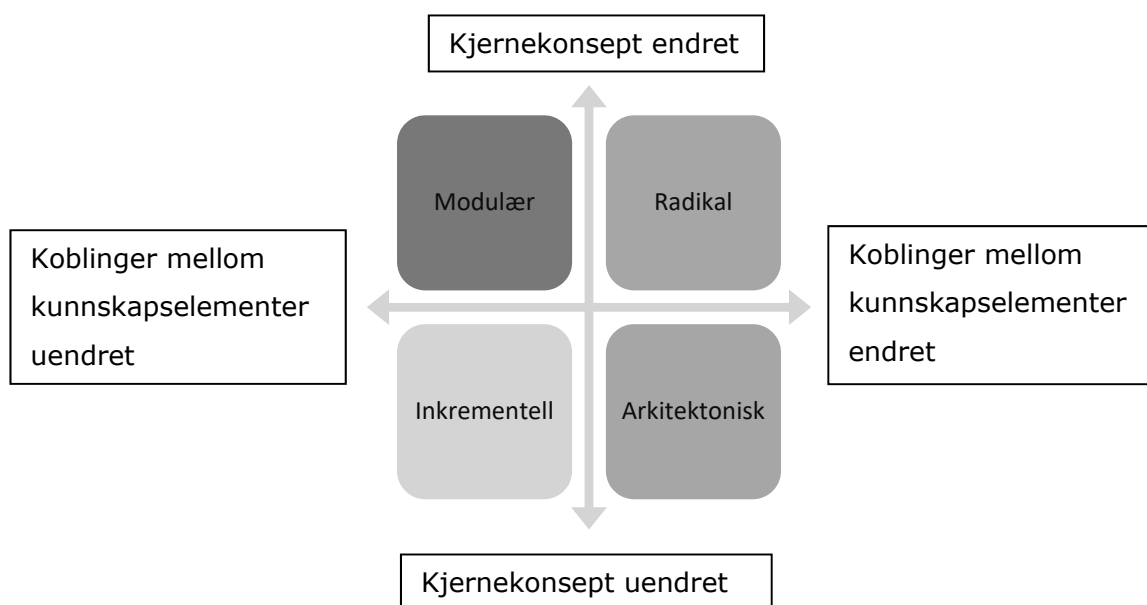
### 2.3.3.2 Innovasjonstyper basert på innovasjonsresultater

Innovasjoner kan klassifiseres basert på to kriterier:

- **kobling mellom kunnskapselementer** er innovasjonen basert på kjent kombinasjon av kunnskap, eller blir den koblet på nye måter?
- **kjernekonsept** – er innovasjonen basert på forsterkning av eksisterende kjernekonsept eller på endring av kjernekonseptet?

Disse to dimensjonene gir fire typer innovasjoner:

- **inkrementell innovasjon** – kjent kunnskap settes sammen på en kjent måte. Et eksempel er USB-minnepinner som har samme teknologi og koblinger som eldre minnepinner, men større lagringskapasitet.
- **modulær innovasjon** – kjernekonseptet er endret, mens de overordnede rammene for sammenstilling av kunnskap er det samme. Et eksempel er digital telefon som erstatning for analog telefon.
- **arkitektonisk innovasjon** (kalles også syntetisk innovasjon) – kjente kunnskapselementer settes sammen på ny måte. Et eksempel er bordplassert vifte kontra takmontert vifte. Dette er ofte brukt når organisasjoner ønsker å henvende seg til nye brukergrupper.
- **radikal innovasjon** – dette er den mest krevende typen innovasjon og innebærer å sette sammen ny kunnskap på nye måter. I møte med slike produkter vil eksisterende organisasjoner sjelden ha mulighet til å benytte seg av allerede opparbeidet kunnskap og kapasitet. De risikerer derfor å havne utenfor og bli utkonkurrert. Et eksempel på denne typen innovasjon er digitalkamera, som endret kamerabransjen for alltid.



Figur 12 Innovasjonstyper basert på innovasjonsresultater (Aasen & Amundsen, 2011, s. 46)

### 2.3.3.3 Innovasjonskilder

Innovasjon er ofte integrasjon av mange typer kunnskap, innsikt og ferdigheter. Det er derfor mange aspekter som kan være kilde til innovasjon (Aasen & Amundsen, 2011):

- **ny kunnskap** (*teknologi push*) – innovasjon er ofte resultat av ny kunnskap og ny teknologi. Teknologendringer går med enorm hastighet, noe som vil endre det meste rundt oss. Teknologendring er derfor en viktig kilde til innovasjon (Brynjolfsson & McAfee, 2014).
- **Etterspørsel** – innovasjon settes i gang på grunn av behov hos mottagere som skaper etterspørsel.
- **Funksjon og rolle**- innovasjon brukes for å forsterke eksisterende eller skape nye funksjoner og roller som brukere, produsenter eller leverandører av produkter og tjenester.
- **Latente behov** – Ford blir ofte tillagt sitatet: «*Hadde jeg spurt kundene hva ville de ha, ville de sagt 'raskere hest'.*» Det er ofte latente behov hos kunder som de selv ikke er bevisst på. Dette kan være en kilde til innovasjon.
- **Rekombinasjon** – rekombinasjon av allerede kjente løsninger er ofte en kilde til innovasjon.
- **Sjokk** – plutselige endringer og dramatiske hendelser kan få organisasjoner og individer til å tenke annerledes og kan dermed være en kilde til innovasjon.
- **Imitasjon** – imitasjon handler om å lære fra andre og skape sine egne løsninger basert på det man har lært. Dette må ikke veksles med ulovlig kopiering.
- **Inspirasjon** – inspirasjon kan forstås som evnen til å se nye ting eller til å se eksisterende ting på nye måter. Dette er ofte en kilde til innovasjon.

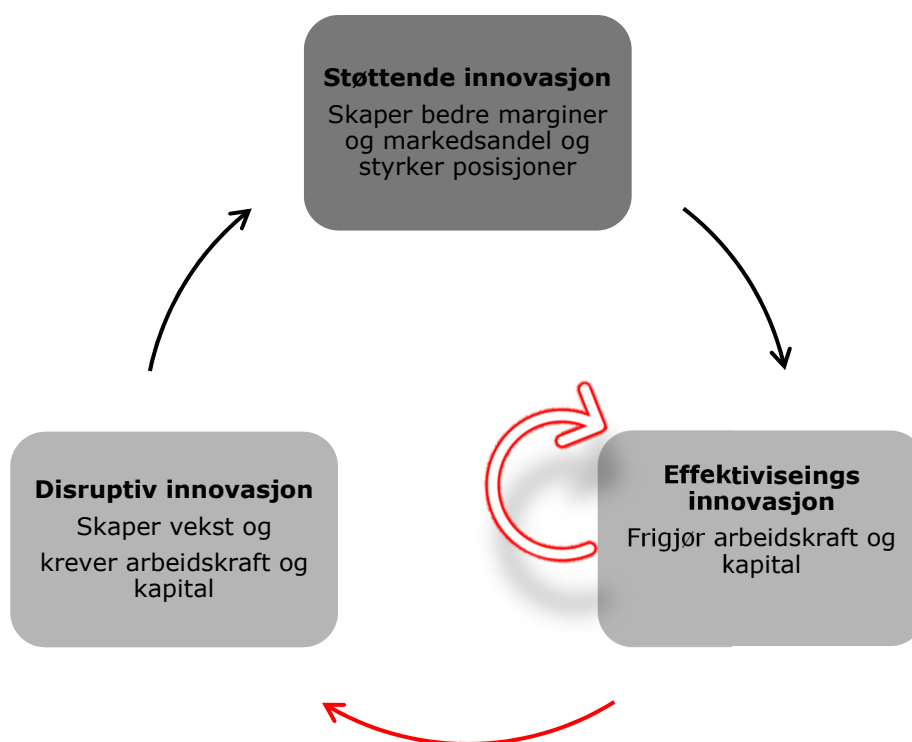
### 2.3.3.4 Tilnærminger til innovasjon

Clayton Christensen beskriver tre typer innovasjon: *disruptiv innovasjon*, *støttende innovasjon* og *effektiviseringsinnovasjon* (C. Christensen, Kaufman, & Shih, 2008; C. M. Christensen, 2003; C. M. Christensen & Raynor, 2003; C. M. Christensen, Roth, & Anthony, 2004).

Disruptiv innovasjon handler om å gjøre produkter og tjenester billigere og mer tilgjengelig for et større publikum. Datamaskiner var i starten bare tilgjengelig for en liten gruppe folk. Gjennom disruptiv innovasjon har de blitt tilgjengelig for større deler av menneskeheten. Det samme gjelder biler, flyreiser osv. Disruptiv innovasjon skaper vekst og jobber, men krever kapital. Produkter og tjenester fra disse innovasjonene er ofte av dårligere kvalitet. Da Toyotas biler kom på markedet på 1960-tallet, hadde de dårligere kvalitet enn amerikanske biler. På samme måte tilbød Norwegian lavere kvalitet enn SAS da de kom på markedet.

*Støttende innovasjon* er innovasjon som handler om å gjøre gode produkter og tjenester bedre. Dette er viktig for organisasjoner for å opprettholde marginer og markedsandeler og være konkurransedyktig i eksisterende markeder. Denne type innovasjon skaper ikke vekst eller nye jobber og krever heller ikke mye kapital. Kvaliteten på japanske biler har med årene gått betydelig opp på grunn av støttende innovasjon.

*Effektiviseringsinnovasjon* er innovasjon som har som mål å effektivisere produksjonstjenester for å spare kostnader. Disse innovasjonene reduserer behovet for arbeidskraft og frigjør kapital. Toyota Production System (TPS) er et eksempel på slik innovasjon (C. Christensen et al., 2008; C. M. Christensen, 2003; C. M. Christensen & Raynor, 2003; C. M. Christensen et al., 2004).



Figur 13 Innovasjonstyper klassifisert av Clayton M. Christensen

Disse tre innovasjonsformene bør foregå samtidig og utgjøre en krets, da kapital og arbeidskraft som blir frigjort gjennom effektiviseringsinnovasjon, igjen kan bli brukt til disruptiv innovasjon for produksjon av nye produkter og tjenester. Det som forstyrrer denne kretsen, er at lønnsomheten av investeringer i effektiviseringsinnovasjon er større enn ellers. Kapital som blir investert i slike innovasjoner, gir bedre avkastning raskere. Det blir derfor ofte en overvekt av slike innovasjoner. Resultatet er overflod av kapital og arbeidskraft, med lavere vekst og fare for å bli utkonkurrert av andre som har satset på disruptiv innovasjon.

Gjennom å satse på disruptiv innovasjon, har mindre firmaer klart å ta over markedsandeler, mens de store etablerte firmaene har tviholdt på sine etablerte

produkter, paradigmer og kompetanser og har tapt markedsandeler som konsekvens av det. Eksempler er Sonys Walkmans tap mot Apples iPod og Kodaks tap mot digitale kameraer. Hvilke innovasjoner organisasjoner satser på, er avhengig av paradigmer og tankesett i organisasjonen. Det store spørsmålet for store firmaer er: skal vi satse på det som vi er best på og gir oss best inntekt i dag, eller skal vi legge det vekk til fordel for disruptive produkter og tjenester? dette er et dilemma for store organisasjoner ofte står ovenfor.

## 2.4 Del 4: Forskningsspørsmål

Opgavens formål er å skape en forståelse av prosjektkompleksitet i bygge- og anleggsbransjen og studere hvordan kompleksitet opptrer og påvirker prosjekter i praksis. Målet med den empiriske undersøkelsen, som presenteres i kapittel 4, er å finne erfaringer med kompleksitet fra bygge- og anleggsprosjekter: Hvordan opptrer kompleksitet? Hva henger den sammen med? Og hvilke effekter har kompleksitet på prosjekter?

Rolstadås og Schiefloe (2017) skiller mellom *kompleksitetsdrivere* og *kompleksitetsfaktorer* og deler sistnevnte inn i tre underfaktorer: faktorer knyttet til prosjektkontekst, faktorer knyttet til produksjonssystemet og faktorer knyttet til systemet som produseres. Denne tredelingen er også å finne i flere andre organisasjons- og kompleksitetsmodeller, blant annet i (Shenhar, 2001) og (Lessard, Sakhrani, & Miller, 2014).

I tillegg til kompleksitetsfaktorer og -drivere er relasjonen mellom organisatoriske kvaliteter og prosjektkompleksitet et aspekt som flere studier har hatt søkelys på (Lessard et al., 2014; Rolstadås & Schiefloe, 2017).

I lys av disse kompleksitetsmodellene kan oppgavens tema, prosjektkompleksitet i bygge- og anleggsbransjen, operasjonaliseres som kartlegging av sentrale kompleksitetsfaktorer og -drivere i bygge- og anleggsprosjekter, og kartlegging av sammenhengen mellom prosjektkompleksitet og organisatoriske kvaliteter.

Basert på dette har jeg formulert tre forskningsspørsmål for den empiriske undersøkelsen:

**Forskingsspørsmål 1: Hvordan påvirker forskjellige kompleksitetsfaktorer prosjektkompleksiteten?**

Forskingsspørsmålet innebærer tre underspørsmål:

- Spørsmål om kompleksitetsfaktorer knyttet til systemet som blir produsert (prosjektprodukter). Disse faktorene kalles i oppgaven for *produktkompleksitetsfaktorer*.
- Spørsmål om kompleksitetsfaktorer knyttet til prosjektkontekst. Disse faktorene kalles i oppgaven for *eksterne kompleksitetsfaktorer*.
- Spørsmål om kompleksitetsfaktorer knyttet til det produserende systemer (prosjektssystemet). Disse faktorene kalles i oppgaven for *systemkompleksitetsfaktorer*.

**Forskingsspørsmål 2: Hva er de viktigste kompleksitetsdriverne i prosjekter, og hvordan påvirker de prosjektkompleksitet?**

**Forskingsspørsmål 3: Hvordan henger organisatoriske kvaliteter sammen med prosjektkompleksitet, og hva menes om å se på prosjektkompleksitet som et relativt fenomen?**

Disse tre forskningsspørsmålene undersøkes empirisk ved å studere erfaringer fra bygge- og anleggsprosjekter. Den empiriske undersøkelsen og resultatene derfra blir presentert og diskutert i kommende kapitler.



## 3 Metode

I dette kapitlet gjør jeg rede for metodevalg samt for den praktiske gjennomføringen av den empiriske undersøkelsen og bearbeidingen av resultatene. Til sist vil selve forskningsprosessen vurderes og evalueres.

### 3.1 Valg av metode

Vitenskapelig metode er en systematisk og strukturert fremgangsmåte som bidrar til eksplisitt formidling av informasjon og budskap (A. Johannessen, Christoffersen, & Tuftes, 2010). Formålet med vitenskapelig metode er å samle relevante data som hjelper forskere med å belyse og forstå undersøkelsens problemstilling.

Blant de mest kjente vitenskapelige metodene er kvalitativ og kvantitativ metode, som har forskjellige egenskaper og passer for forskjellige formål (A. Johannessen et al., 2010; Rienecker, Jørgensen, Skov, & Landaas, 2013; Tjora, 2017). Kvantitativ metode er basert på måling og kvantifisering av variabler som forteller om sammenhenger, effekter og forskjeller knyttet til problemstillingen som undersøkes, mens kvalitativ metode er basert på å undersøke færre forekomster grundig, noe som gir mulighet til å samle inn mer relevante og dypere data. Begge metodene ble vurdert i forbindelse med denne oppgaven, før valget endte på kvalitativ metode. Valg av metode var hovedsakelig basert på problemstillingens egenskaper og empiriens formål.

Formålet med empiristudien var å skaffe erfaringer, observasjoner, refleksjoner og tanker fra bygge- og anleggsbransjen om oppgavens tema – prosjektkompleksitet. For å oppnå en dyp og presis drøfting av prosjektkompleksitet, som er et tvetydig sammensatt, og relativt ukjent tema i bransjen, var det viktig at informantene kunne uttrykke og formulere seg fritt i drøftingen. Det var også nødvendig å ha en form for dynamikk i undersøkelsen som sikret interaksjon mellom undertegnede og informanter, med mulighet for forklaring og utdypning av enkelte spørsmål og svar. Basert på disse vurderingene ble kvalitativ metode vurdert som den best egnede forskningsmetoden i denne undersøkelsen.

En forskjell mellom kvalitativ og kvantitativ metode er hvilke datainnsamlingsteknikker som benyttes. Innen kvantitativ metode samles data gjennom spørreundersøkelser, skjemaer, direkte målinger og lignende teknikker, mens i kvalitativ metode er intervjuer og direkte observasjoner vanlige datainnsamlingsteknikker. I undersøkelsen ble én-til-én-intervjuer valgt som datainnsamlingsteknikk. Dette valget var mest av praktiske hensyn.

## 3.2 Identifisering av relevante temaer

Forskningsarbeidet startet med en gjennomgang av relevant litteratur og tidligere forskning på prosjektkompleksitet og kompleksitetsmodeller. Gjennomgangen resulterte i identifisering av en rekke sentrale temaer for kompleksitetsfaktorer og -drivere som var retningsgivende for datainnsamling i intervjuene. I intervjuene ble spesifikke spørsmål om disse temaene stilt, i tillegg til generelle spørsmål om kompleksitet i prosjekter. Disse temaene blir presentert i empirikapitlet.

På bakgrunn av dette kan den empiriske undersøkelsen karakteriseres som en deduktiv undersøkelse – der forskeren søker å bekrefte eller avkrefte egne tanker og antagelser.

## 3.3 Utvalg, deltagelse i og praktisk gjennomføring av den empiriske undersøkelsen

### 3.3.1 Utvalget

Oppgavens problemstilling og formålet med den empiriske undersøkelsen ga to viktige premisser for deltagerne i den empiriske undersøkelsen: De måtte ha både erfaring og analytisk sans. Formålet med empiriske undersøkelsen var å finne relevante erfaringer fra bygge- og anleggsbransjen som bekreftet eller avkreftet funnene fra teorigjennomgangen og ga informasjon om faktiske situasjoner som kan knyttes til prosjektkompleksitet. Erfaring med prosjekt- og porteføljeledelse var derfor en viktig forutsetning for deltagerne i undersøkelsen. Det var også viktig at deltagerne hadde en analytisk og vitenskapelig tilnærming til ledelse av bygge- og anleggsprosjekter, som kunne utløse refleksjoner om og forståelse av egne erfaringer.

Basert på de ovennevnte premissene ble et utvalg av medarbeidere definert som aktuelle deltagerne i den empiriske undersøkelsen, i det videre omtalt som *informanter*. Nedenfor gis mer utfyllende informasjon om utvalget som har deltatt i undersøkelsen:

- Alle informanter jobber eller har jobbet i min egen organisasjon, som er et stort entreprenørselskap, men ikke alle jobber med utførelse.
- Ca. en fjerdedel av informantene har erfaring med fagledelse og prosjekteringsledelse.
- Ca. en femtedel har erfaring med linjeledelse.
- De fleste jobber eller har jobbet som prosjektleder for store prosjekter.
- Alle har mer enn ti års erfaring i bygge- og anleggsbransjen. De fleste har over 20 års erfaring.
- Nesten alle har utdanning på masternivå. De fleste er sivilingeniører.

### 3.3.2 Deltagelse

Arbeidet med intervjuene startet med å kartlegge mulige kandidater og utarbeide en intervjuguide. Neste steg var å invitere kandidater til å delta i undersøkelsen og arrangere møter. Invitasjonen foregikk i form en mail som inneholdt informasjon om bakgrunn, tema og problemstilling for oppgaven, om lengde av og form på intervjuene og om anonymitet og konfidensialitet. Denne informasjonen ble gjengitt i en samtykkeerklæring som ble signert av informantene ved intervjuoppstart.

Før jeg gjennomførte den empiriske undersøkelsen, konsulterte jeg NSDs meldeskjema for behandling av personopplysninger (NSD, u.d.) for å undersøke om undersøkelsen medførte meldeplikt eller konsesjonsplikt. Dette ble avkreftet.

Totalt 25 medarbeidere ble spurt om å delta. 23 av de forespurte var villig til å delta i undersøkelsen, men tre av dem ble senere forhindret fra å delta. Antall gjennomførte intervjuer ble 20. Jeg lagde en tabell med oversikt over hvem som er forespurt, når de har svart, avtalt møtetidspunkt og tidspunkt for gjennomført intervju. Dette var mest for å holde kontroll over prosessen, men ble også en dokumentasjon på deltagelsen.

Nr.	Navn	Sendt Mail	Mottatt svar	Foreslått tidspunkt	Avtalt tidspunkt	Avholdt	Behandlet
1	Informant 1	2. mai	2. mai	7. mai	7. mai	1	1
2	Informant 2	2. mai	2. mai	28. mai	28. mai	1	1
3	Informant 3	2. mai	2. mai	14. mai	14. mai	1	1
4	Informant 4	2. mai	2. mai	14. mai	14. mai	1	1
5	Informant 5	2. mai	3. mai	29. mai	29. mai	1	1
6	Informant 6	2. mai	3. mai	22. mai	22. mai	1	1
7	Informant 7	3. mai	3. mai	8. juni	8. juni	1	1
8	Informant 8	3. mai	4. mai	30. mai	30. mai	1	1
9	Informant 9	25. mai	4. mai	12. juni	12. juni	1	1
10	Informant 10	2. mai	15. mai	30. mai	30. mai	1	1
11	Informant 11	2. mai	29. mai	11. juni	13. juni	1	1
12	Informant 12	2. mai	Ingen svar			0	0
13	Informant 13	2. mai	Ingen svar			0	0
14	Informant 14	2. mai	2. mai	22. mai	22. mai	1	1
15	Informant 15	2. mai	4. mai	8. juni	8. juni	Avlyst 07.06	0
16	Informant 16	4. mai	4. mai	25. mai	25. mai	1	1
17	Informant 17	2. mai	3. mai	7. juni	2. juli	1	1
18	Informant 18	2. mai	9. mai	Flere datoer	Ingen svar	0	0
19	Informant 19	3. mai	8. mai	13. juni	13. juni	1	1
20	Informant 20	2. mai	7. mai	14. mai	14. mai	1	1
21	Informant 21	2. mai	3. mai	28. mai	28. mai	1	1
22	Informant 22	2. mai	2. mai	12. juni	12. juni	1	1
23	Informant 23	12. juni	12. juni	13. juni	13. juni	1	1
24	Informant 24	19. mai	22. mai	Uke 22	18. juni	1	1
25	Informant 25	15. mai	30. juni	15. juni	22. juni	Avlyst 22.06	

20 20

Figur 14 Planlegging av intervjuer

### 3.3.3 Den praktiske gjennomføringen av intervjuene

Kvale og Brinkmann (2009) beskriver intervjuer som samtaler med struktur og mål. Samtaler kan skape forståelse mellom samtaleparter gjennom spørsmål og svar, kommentarer og forklaringer av egne utsagn og handlinger. Selv om spørsmål og oppfølging av svar er helt sentralt i intervjuer, tar vellykkede intervjuer form av en dialog med direkte interaksjon. Deltagere i intervjuene har egne roller, som de må være bevisst

på. Den som utfører intervjuet, har ansvar for å strukturere samtalen, stille spørsmål, følge opp svar, passe på tiden og sørge for at forholdene er tilrettelagt for et vellykket intervju. Informanter som blir intervjuet, bør opptre seriøst og interessert, i tillegg til å være åpne for reell deltagelse i intervjuene (A. Johannessen et al., 2010).

Intervjuene varte innledningsvis i en time, men etter hvert som intervjuene ble gjennomført, tok det kortere tid å komme gjennom spørsmålene. 18 av intervjuene ble dokumentert med lydopptak med egen mobiltelefon, mens to intervjuer ble dokumentert med skriftlige notater etter ønske fra informantene.

### **3.3.3.1 Intervjustruktur**

Et spørsmål som ble drøftet i starten av den empiriske undersøkelsen, var struktur på intervjuene. Intervjuer kan deles inn i tre typer basert på sin struktur:

*Ustrukturert intervju:* Innhold, struktur og rekkefølge på spørsmål er ikke bestemt på forhånd. Intervjuet bærer preg av en uformell samtale og kan utvikle seg ulikt fra gang til gang. Metoden gir stor grad av fleksibilitet og frihet for informanter, men medfører risiko for at relasjonen mellom informant og forsker kan forstyrre samtalen i for stor grad.

*Semistrukturert intervju:* Samtalen er styrt av en overordnet intervjuguide, men spørsmål og rekkefølge kan variere. Denne intervjuformen er en mellomting mellom strukturerte og ustrukturerte intervjuer og kan bidra til fleksibilitet samtidig som den sikrer en viss struktur og likhet mellom intervjuer.

*Strukturert intervju:* Temaer, spørsmål og rekkefølger er bestemt på forhånd. Metoden gir informantene mindre frihet, men skaper god kontroll over og forutsigbarhet på utvikling av samtaler.

Siden den empiriske undersøkelsen krevde både frihet og fleksibilitet samt en viss likhet mellom intervjuene, ble semistrukturert intervju valgt som intervjuform. Dette sikret både fleksibilitet og forutsigbarhet.

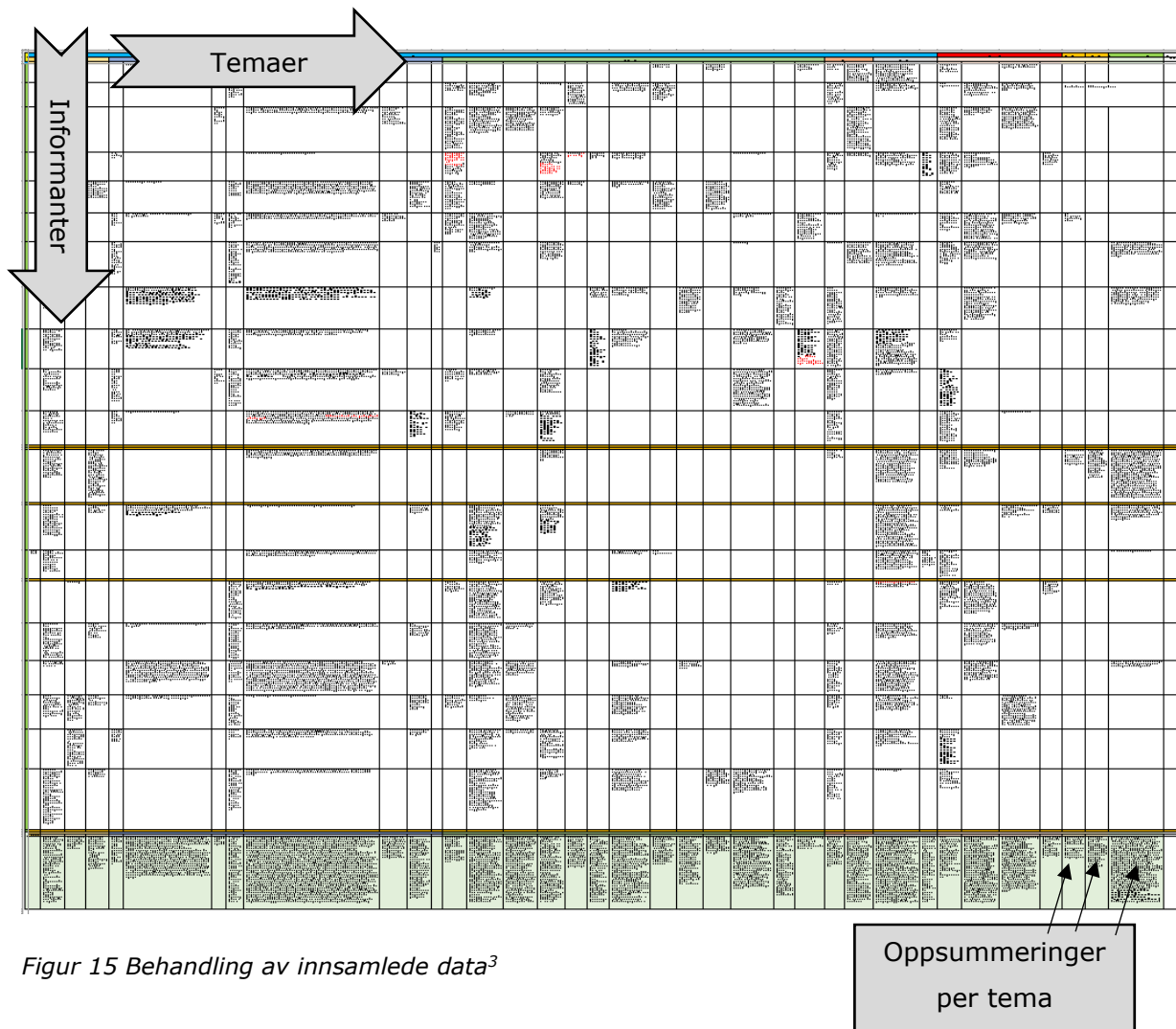
Generelt ble intervjuene gjennomført i en hyggelig atmosfære, med stort engasjement fra deltagere.

## **3.4 Bearbeiding av innsamlede data**

Etter intervjuene ble resultatene behandlet fortløpende. Behandlingen ble gjennomført med stor vekt på systematikk, objektivitet og lojalitet. Lydopptakene fra intervjuene ble transkribert, og alle transkripsjonene ble lagt inn i en tabell. Hver rad i tabellen representerte bidrag fra én informant, mens hver kolonne representerte ett tema. Bidragene ble oppsummert per kolonne. Oppsummeringene representerte summen av

bidrag fra alle informanter for enkelte temaer. Tabellen inneholdt slik all informasjon fra den empiriske undersøkelsen.

Informantene vektla naturlig nok ulike temaer ulikt. Hver informant hadde i tillegg et eget særskilt bidrag i undersøkelsen som skilte vedkommende fra de andre informantene.



Figur 15 Behandling av innsamlede data<sup>3</sup>

### 3.5 Vurdering av metoden

#### 3.5.1 Reliabilitet

Reliabilitet handler om pålitelighet og troverdighet av undersøkelser og deres resultater (A. Johannessen et al., 2010). Høy reliabilitet betyr at man kan stole på at undersøkelsen er riktig utført, og at resultatene er riktig generert. Det betyr også at det kan forventes samme resultater om undersøkelsen gjentas flere ganger. I denne undersøkelsen er det

<sup>3</sup> Figurens innhold er ikke lesbart med hensyn på informantenes anonymitet.

store antallet intervjuer som er utført, samt objektivitet i innsamling og behandling av empiriske data, med på å skape reliabilitet.

### 3.5.2 Validitet og generaliserbarhet

Validitet handler om gyldighet og relevans av innsamlede data og er et mål på om undersøkelsen virkelig måler det som ønskes målt. Intern validitet går på om de fremstilte resultatene har støtte i innsamlet data (A. Johannessen et al., 2010). For å ivareta dette er det gjennomført presis, forsiktig og systematisk tolkning av innsamlet data i den empiriske undersøkelsen.

Ekstern validitet eller generaliserbarhet går på om undersøkelsesresultater kan generaliseres slik at de er gjeldende også i andre situasjoner. Det som taler for ekstern validitet, er at både informantene og undertegnede har vært objektive under undersøkelsen, og at undersøkelsen er basert på lang og bred erfaring fra mange deltagere. Det som kan begrense den eksterne validiteten, er at alle informantene jobber eller har jobbet i samme entreprenørorganisasjon, noe som gir ett bestemt perspektiv stor dominans. Det er imidlertid flere av informantene som har erfaringer med andre prosjektfaser enn utførelsesfasen, og som også har jobbet i andre organisasjoner, men entreprenørperspektivet på problemstillingen forblir dominerende.

Etter min vurdering er undersøkelsens konklusjoner generaliserbare for prosjekter både i egen organisasjon og i bygge- og anleggsbransjen generelt.

### 3.5.3 Mulige feilkilder

Målinger og undersøkelser innebærer manuelt arbeid, tolkning og koding, som er prosesser som kan utgjøre mulige feilkilder. For å unngå grove feil er hele undersøkelsesprosessen utført med stor grad av skriftlighet og systematikk, som har bidratt til å ha kontroll på feilkilder og skapte etterprøvbarehet.

## 4 Empiri, analyse og diskusjon

I den empiriske undersøkelsen ble 20 informanter ledet gjennom forhåndsdefinerte temaer, som var organisert ut fra tre sentrale forskningsspørsmål. I dette kapitlet gjør jeg rede for resultatene fra den empiriske undersøkelsen. Jeg har valgt å analysere og diskutere empirien under ett for å unngå gjentakelser av overskrifter og innhold.

Kapitlet er organisert i fire deler. De tre første delene er sentrert om de tre forskningsspørsmålene som ble presentert i slutten av teorikapitlet. Den fjerde delen handler om såkalte kjernefag i bygge- og anleggsprosjekter, som er fag informantene har trukket frem som viktige for prosjektsuksess. Innholdet i hver del beskrives nedenfor.

**Del 1** er basert på forskningsspørsmål 1, som handler om kompleksitetsfaktorer og omfatter tre underspørsmål:

1. **Underspørsmål 1** er om kompleksitetsfaktorer knyttet til systemet som blir produsert eller til produktprodukter. Disse faktorene kalles i oppgaven for *produktkompleksitetsfaktorer*. I forbindelse med produktkompleksitetsfaktorer ble følgende temaer drøftet:
  - a. **prosjektstørrelse** – prosjektstørrelse er et mål på prosjektprodukters størrelse eller mengde. Spørsmålet her er hvordan prosjektstørrelse henger sammen med prosjektkompleksitet.
  - b. **teknisk krevende prosjektprodukter** – det kan variere hvor teknisk krevende prosjektprodukter er. Spørsmålet her er hvilken betydning prosjektprodukters tekniske egenskaper har for prosjektkompleksiteten.
  - c. **prosjektprodukter som krever innovasjon og læring** – prosjektprodukter kan ha egenskaper som krever innovasjon og/eller læring i prosjektorganisasjonen. Spørsmålet her er hvilken betydning gjennomføring av innovasjons- og læringsprosesser parallelt med utførelsesprosesser har for prosjektkompleksiteten.
  - d. **Tverrfaglighet** – bygge- og anleggsprosjekter er tverrfaglige prosjekter. Spørsmålet her er hvordan tverrfaglighet påvirker prosjektkompleksiteten.
2. **Underspørsmål 2** er om kompleksitetsfaktorer som er knyttet til prosjektkontekst. Disse faktorene kalles i oppgaven for *eksterne kompleksitetsfaktorer*. Følgende temaer ble drøftet:
  - a. **sosiopolitiske forhold** – hvordan påvirker sosiopolitiske forhold kompleksitet i prosjekter?

- b. **klima, natur og miljø** – hvordan påvirker klima, natur og miljø prosjektkompleksiteten?
- c. **geografisk plassering** – hvilken betydning har geografisk plassering av prosjekter for prosjektkompleksiteten?
- d. **marked** – hvordan påvirker markedsdynamikker og -mekanismer prosjektkompleksiteten?
- e. **lov- og regelverk** - hvordan påvirker lov- og regelverk prosjektkompleksiteten?

3. **Underspørsmål 3** er om kompleksitetsfaktorer knyttet til det produserende systemet (prosjektsystemet). Disse faktorene kalles i oppgaven for *systemkompleksitetsfaktorer*. I forbindelse med systemkompleksitetsfaktorer ble følgende temaer drøftet:

- a. **kontrakt** – hvordan påvirker kontrakts- og entreprisereformer prosjektkompleksiteten?
- b. **økonomisk levedyktighet** – hvordan påvirker økonomisk levedyktighet prosjektkompleksiteten?
- c. **budsjettering og finansiering** – hvordan påvirker budsjetterings- og finansieringsforhold prosjektkompleksiteten?
- d. **Robusthet** – hvordan påvirker robusthet prosjektkompleksiteten?

**Del 2** er basert på forskningsspørsmål 2, som handler om prosjektkompleksitetsdrivere. (Rolstadås & Schiefloe, 2017) definerer fire kompleksitetsdrivere, som er drøftet i den empiriske undersøkelsen:

- a. **Flertydighet** – flertydighet handler om forhold som kan forstås på forskjellige måter, med logisk argumentasjon for hver forståelse.
- b. **Usikkerhet** – usikkerhet er mangel på informasjon som kan skape usikre forhold med positiv eller negativ effekt på prosjektsuksess.
- c. **Uforutsigbarhet** – uforutsigbare forhold betyr at det er uklart hvordan forholdet er, og hva som kan forventes av det.
- d. **Tempo** – tempo handler om tilgjengelig tid i prosjektprosesser.

I tillegg til de ovennevnte kompleksitetsdriverne er to andre forhold drøftet som mulige kompleksitetsdrivere i bygge- og anleggsprosjekter:

- e. **avhengighet** – hvordan påvirkes prosjektkompleksitet av mengde og type avhengigheter i prosjekter?
- f. **dynamikk og endringer** – hvordan påvirkes prosjektkompleksitet av dynamikk og endringer i prosjekter?



**Del 3** er basert på forskningsspørsmål 3, som handler om relasjonen mellom organisatoriske kvaliteter og prosjektkompleksitet og ideen om prosjektkompleksitet som et relativt fenomen. Følgende temaer er drøftet:

- a. organisatoriske kvaliteter som kompleksitetskilde
- b. organisatoriske kvaliteter som forutsetninger for håndtering av kompleksitet
- c. forståelse av kompleksitet som relativt fenomen
- d. aktørkompleksitet

**Del 4** omhandler det som her omtales som *kjernefag*. Informantene har ansett prosjektkompleksitet som et viktig tema, men har også påpekt behov for tre fag i prosjekter for å ivareta både komplekse og ikke-komplekse aspekter: tradisjonell prosjektledelse, forretningsforståelse og juss.

## 4.1 Del 1: Kompleksitetsfaktorer

I denne delen presenteres temaer som er drøftet som mulige kompleksitetsfaktorer. Del 1 er organisert rundt tre underspørsmål om faktorer knyttet til *produktkompleksitet*, *ekstern kompleksitet* og *systemkompleksitet*.

### 4.1.1 Underspørsmål 1: produktkompleksitetsfaktorer

Begrepet *produktkompleksitet* brukes i oppgaven som uttrykk for kompleksitetstemaer og -forhold som har å gjøre med fysiske produkter som prosjekter leverer. Disse forholdene er ofte synlige aspekter og fanger derfor mye oppmerksomhet fra både ledelse og medarbeidere i prosjekter. Innen produktkompleksitet er følgende fire temaer diskutert: *prosjektstørrelse*, *teknisk krevende prosjektprodukter*, *prosjektprodukter som krever innovasjon og læring* og *tverrfaglighet*. Temaene presenteres nedenfor.

#### 4.1.1.1 Prosjektstørrelse

##### Empiri og resultater

Informantene ser på prosjektstørrelse som et tema med stor betydning for prosjektkompleksitet og peker på omfang og repetisjonsgrad som to viktige faktorer som styrer denne betydningen.

Når prosjekter blir større, øker ofte omfanget, det vil si at det blir flere elementer som må håndteres som en del av prosjektet. For eksempel betyr ofte bygging av en lengre veistrekning i et veiprojekt flere elementer som tunneler, bruer, underganger, veikryss osv. som må håndteres i prosjektet. Det kan også bety at prosjektet omfatter flere forskjellige geologiske områder og/eller flere kommuner. Dette fører ifølge informantene

til økt kompleksitet i form av flere tekniske utfordringer, mer omfattende logistikk og flere «prosjektdeler» å holde styr på samtidig. Informantene uttaler: «*Det blir så mye; det er mer å gjøre og mer å tenke på; du må holde flere tanker i hodet samtidig når du leder store prosjekter*». Som eksempel på store byggeprosjekter med stort omfang peker informanter på byggeprosjekter som inneholder flere typer bygninger, som hotellbygg, boliger og næringsbygg, samtidig. Disse prosjektene byr på samme type utfordringer som store veiprojekter.

Mens økt omfang i store prosjekter skaper kompleksitet, har økt repetisjonsgrad motsatt effekt. Ifølge flere informanter kan økt størrelse i form av «mer av det samme» redusere prosjektkompleksiteten, noe som er tilfelle i prosjekter med høy repetisjonsgrad, kombinert med god nok gjennomføringstid. Informantene uttaler: «*Store prosjekter med mange like elementer byr på muligheter – har du løst de første elementene, så går det fortere og enklere å løse andre like elementer; den positive effekten av repetisjon av like aktiviteter på innkjøp og produksjon er formidabel; høy repetisjonsgrad vil føre til at produksjonen kan planlegges som en serieproduksjon, og gir mulighet for standardisering, men disse effektene er avhengig av å ha et stort volum*».

Informantene peker også på store prosjekters behov for større prosjektorganisasjoner og økt formaliteter, noe som skaper kompleksitet, ifølge deres erfaringer. Det er særlig kommunikasjon og koordinering som blir vist til som krevende i store prosjektorganisasjoner, fordi de må foregå mer formelt. De fleste informantene trekker frem dette som et problem for organisasjoner som ikke har erfaring med å jobbe på denne måten.

Store prosjekter får mye oppmerksomhet fra toppledelse og øvrige interessenter, ofte fordi prosjektene innebærer store risiko for dem. Denne oppmerksomheten betyr i praksis mer oppfølging og økte rapporterings- og dokumentasjonskrav. Det kan også bety strengere retningslinjer, sentralisering av strategiske beslutninger og mindre frihet i prosjektorganisasjonen. Prosjektledelsen og prosjektmedarbeidere må håndtere flere tilleggsoppgaver i en travel hverdag og må jobbe med mindre frihet og beslutningsmyndighet over det de ofte kan best.

Informantene viser også til utfordringen med mange samtidige aktiviteter og flere mulige angrepspunkter, ikke minst ved prosjektoppstart i store prosjekter. I et stort veiprojekt er det for eksempel flere konstruksjoner som bygges samtidig som tunneler blir drevet og store mengder masser blir flyttet på. Dette krever mye mer omfattende og gjennomtenkt planlegging og utførelse, noe som skaper kompleksitet. Informantene uttaler: «*Det er mange ting som skal skje samtidig; det blir flere grensesnitt, flere fag og flere mennesker; det blir så store mengder at det blir vanskelig å korrigere det inn igjen*».

*hvis det først går galt.»* Informantene ser på mengden arbeid som skal utføres samtidig og antall mulige måter å gjøre ting på, som en utfordring.

Informantene peker på en annen type kompleksitet som går på mangel på spesialister og spisskompetanse, som er tilfellet i små prosjekter. I store prosjekter er det flere involverte mennesker med varierende kompetanse, noe som betyr tilgang til mer kompetanse og mulighet for kollegahjelp. I mindre prosjekter må enkelte medarbeidere løse varierte oppgaver på egen hånd og spille flere roller samtidig. En annen forskjell på store og små prosjekter er at betydningen av enkeltfeil er mindre i store prosjekter. Det er systematiske feil, som er relatert til måten man tenker på, som betyr mest i store prosjekter. I små prosjekter, derimot, kan også enkeltfeil ha betydning.

Generelt mener de fleste informantene at både store og små prosjekter kan være komplekse, og at forholdet mellom prosjektstørrelse og prosjektkompleksitet ikke er enkelt og lineært, men er avhengig av flere andre egenskaper ved prosjekter og prosjektprodukter. Forholdet mellom prosjektstørrelse og prosjektkompleksitet blir sett på som et relativt forhold, som også er avhengig av hva organisasjonen har erfaringer med. Informantene uttaler: *«En avgjørende faktor for betydning av prosjektstørrelse for prosjektkompleksitet er hva involverte organisasjoner er vant til fra før og har erfaringer med»*.

### **Analyse og diskusjon**

Omfang og repetisjonsgrad er de to viktigste faktorene for betydningen av prosjektstørrelse på prosjektkompleksitet. Dette kan forklares med Baccarinis forståelse av kompleksitet, som går på eksistens av mange varierte, innbyrdes avhengige deler (Baccarini, 1996).

Økt prosjektstørrelse med økt omfang fører til økt antall varierte, innbyrdes avhengige deler og skaper derfor kompleksitet i prosjekter. Det er ikke tilfellet når økt prosjektstørrelse er kombinert med høy repetisjonsgrad. I slike prosjekter øker mengde og størrelse av prosjektprodukter uten at det dannes nye avhengigheter og koblinger mellom delene. Informantene påpeker at prosjekter med høy repetisjonsgrad blir planlagt som serieproduksjon, noe som gjør at prosjektdeler i produksjonen utføres uten innbyrdes avhengighet med andre prosjektdeler.

Kompleksitetsforskjell mellom prosjekter med stort omfang og variasjon og prosjekter med høy repetisjonsgrad er stor. Denne forskjellen er naturligvis større og av større betydning i store prosjekter.

I prosjekter med mange samtidige aktiviteter og mange mulige angrepspunkter er det krevende å se totalbildet med alle muligheter og trusler og å se alle avhengigheter og

mulige kombinasjoner som skaper gode eller farlige situasjoner. Det å analysere «alt» er såpass ressurs- og tidkrevende at det ikke er praktisk mulig, spesielt når ikke all nødvendig informasjon er tilgjengelig på et tidlig tidspunkt. Denne situasjonen kan forstås som kompleks, da analyse ikke er til hjelp, og man i prosjekter må ta valg og beslutninger basert på magesfølelse og tidligere erfaringer.

Et annet fenomen som skapes av disse forholdene, er (*emergence*). Når store mengder aktiviteter skjer samtidig, med mye innbyrdes avhengighet, vokser det i prosjekter frem nye mønstre og nye situasjoner som må vurderes kontinuerlig. Denne fremveksten er en konsekvens av kontinuerlig interaksjon mellom aktiviteter og deres omgivelser.

Prosjekter blir nødt til å følge opp det som skjer i praksis, i stedet for å følge planer. Det skaper en svært sensitiv form for dynamikk og kan gi varierende konsekvenser.

*Emergence*-fenomenet er naturligvis tydeligere og mer omfattende i større prosjekter.

Empirien viser tilfeller med strukturell og organisatorisk kompleksitet som konsekvens av størrelse på prosjektorganisasjoner i store prosjekter. Strukturell kompleksitet i prosjekter, som Williams peker på, skapes av omfattende formaliteter i prosjektorganisasjoner på grunn av behov for koordinering av store mengder arbeid og mange medarbeidere (Williams, 2002). Det skapes også av tettere oppfølging fra toppledelse i morselskaper og krav til mer dokumentasjon fra prosjektaktører og interessenter. Det blir blant annet dannet rapporteringsstrukturer og andre styringsrutiner som skaper strukturell kompleksitet. Økt formalitet i prosjekter krever ressurser og tid og skaper byråkrati som hindrer flyt i byggeaktiviteter.

Organisatorisk kompleksitet, som (Baccarini, 1996) peker på, blir i empirien vist til flere steder. Kommunikasjon og koordinering blir komplekst i store prosjekter fordi flere mennesker og aktører må kommunisere sammen og større mengde arbeid må samordnes. I små og mellomstore prosjekter kjenner alle medarbeidere hverandre, og ledelsen kan kjenne og ha en form for nærhet til alle.

I motsetning til andre typer kompleksitetslementer blir organisatorisk kompleksitet fremstilt som en faktor med både negativ og positiv effekt. Mens økning i prosjektorganisasjoners dimensjoner kan skape komplekse situasjoner i form av utfordringer i interaksjonsprosesser, kulturelle nyanser og et sammensatt sosialt nettverk, kan den bidra positivt i form av økt tilgang til kompetanse, mulighet for samarbeid og kollegahjelp og fleksibilitet i organisasjonen ved oppgavefordeling og ressursallokering.

Systematiske feil som informantene trekker frem, kan forstås som fraktaler av riktige eller feilaktige beslutningsmønstre som prosjektorganisasjonen havner i. Dette krever en annen form for oppfølging enn det som er vanlig i ikke-komplekse prosjekter – en

oppfølging som foregår på et overordnet nivå, og som ser etter mønstre som dannes når prosjekter utføres.

Med utgangspunkt i klassifisering av prosjekter etter kompleksitetsgrad i *diamanttilnærmingen* (Shenhar & Dvir, 2007) kan økt prosjektstørrelse med økt omfang, men uten økning i repetisjonsgrad forstås som en endring av prosjekttype fra *assembly-prosjekt* til *systemprosjekt* eller fra *systemprosjekt* til *array-prosjekt*.

#### **4.1.1.2 Teknisk krevende prosjektprodukter**

##### **Empiri og resultater**

Prosjektprodukter kan ha sammensatte tekniske egenskaper som fremmer kompleksitet. Informantene trekker frem tre tekniske forhold som kritiske for prosjektkompleksitet: *grunnforhold, spesielle geometriske og arkitektoniske uttrykk og tekniske installasjoner i bygg*. Disse tre forholdene blir presentert nedenfor.

##### *Grunnforhold*

Med *grunnforhold* menes forhold som stabilitet og bæreevne i grunn, grunnvannsnivå og forurenset grunn. Disse forholdene medfører flere utfordringer i prosjekter.

Byggegrunn uten tilstrekkelig stabilitet og bæreevne krever omfattende tekniske løsninger, som spunting, kalkstabilisering og pelefundamentering. Disse løsningene består av mange tids- og kostnadskrevende prosesser. Løsningene krever også spisskompetanse og tverrfaglig koordinering og er i tillegg forbundet med usikkerhet på grunn av skjulte forhold under grunnen.

Vanligvis finnes det flere mulige tekniske løsninger, som varierer i kostnad og grad av usikkerhet. Dette medfører vanskelige avveininger for prosjektledelse og spesialister.

Generelt skapes kompleksitet av krav til spisskompetanse, mer omfattende tverrfaglige prosesser og vanskelige avveininger mellom mulige løsninger, i tillegg til usikkerhet knyttet til prosesser og resultater.

Forurenset grunn er grunn med tunge mineraler, radioaktive stoffer og kjemisk reaktive stoffer som danner syrer og andre miljøskadelige produkter når de kommer i kontakt med luft. Disse massene krever spesielle tiltak ved håndtering og må leveres til spesielle deponier. Forurenset grunn medfører kompleksitet fordi det krever unik kompetanse og medfører usikkerhet knyttet til forureningsmengde og -type og kan ha store konsekvenser for eventuelle avvik mellom antatte forhold og virkeligheten.

### *Spesielle geometriske og arkitektoniske uttrykk*

Noen informanter trekker frem spesielle geometriske og arkitektonisk uttrykk som en kilde for kompleksitet. Dette går på utradisjonelle geometrier og former på konstruksjoner og uvanlig arkitektur som kan innebære store utkrager, store spenn, runde former og komplekse bæresystemer som krever spesielle stabiliserende tiltak under bygging.

Flere informanter ser på evnen til å utføre byggverk med slike løsninger, som et konkurransefortrinn. Løsningene kan likevel medføre problemer i form av sikkerhetsutfordringer og dårlig gjennomførbarhet som ikke blir oppdaget før under utførelse.

### *Tekniske installasjoner i bygg*

Med *tekniske installasjoner* menes tekniske systemer som kontrollerer temperatur, lys eller ventilasjon, sikkerhetssystemer, brannvarslingssystemer, overvåkingssystemer osv. I bygninger er disse systemene mange og sammensatte, og de blir stadig mer omfattende. Eksempler på bygg med omfattende tekniske installasjoner er sykehusbygg, undervisningsbygg og smarte kontorbygg.

Disse systemene prosjekteres og produseres av spesialiserte aktører. Aktørene er avhengige av hverandre i design av systemene, fordi systemene de designer, skal fungere sammen i en helhet ved drift av bygninger.

Kompleksitet knyttet til tekniske installasjoner skyldes avhengighet mellom systemene og aktørene og noen ganger også at systemene er nye og ikke er forhåndstestet og utprøvd i tilstrekkelig grad. Prosjekter oppdager ofte feil og mangler rett før ferdigstillelse av bygg, som vanligvis går på at systemene ikke fungerer som forutsatt, eller at systemene «ikke snakker sammen».

### **Analyse og diskusjon**

Teknisk kompleksitet er en viktig egenskap i prosjekter. Evnen til å produsere prosjektprodukter med avanserte tekniske egenskaper er en viktig konkurransekraft. Det er samtidig utfordringer knyttet til produksjon av produkter med teknisk komplekse egenskaper. De tre tekniske forholdene som informantene har lagt vekt på, blir drøftet nedenfor.

#### *Grunnforhold*

Grunnforhold og konstruksjoner i grunnen er kompliserte forhold som krever både spisskompetanse og analytisk sans ved prosjektering, planlegging og utførelse, siden det må tas hensyn til mange elementer som inngår i et stort nettverk av avhengigheter.

Det som skaper kompleksitet, er usikkerheten som er forbundet med disse aktivitetene. Forholdene er skjult under bakken, og tester og undersøkelser for kartlegging er omfattende og kostbare prosesser. Det blir derfor en del usikkerhet knyttet til fjelkontor, kvalitet på masser, grunnvannstand, forurensede masser og eventuelle arkeologiske og historiske objekter i grunnen.

Når virkeligheten ikke stemmer med antagelsene, vil det oppstå avvik, som berører et omfattende nettverk av avhengigheter og materialiserer seg som konsekvenser for byggetid, gjennomførbarhet, miljøbelastning og byggekostnader. Dette nettverket av avhengigheter er i seg selv komplekst, fordi det er styrt av ikke-lineære og uoversiktlige koblinger som gjør det vanskelig å forutse konsekvenser av handlinger og hendelser. Dette fører til diskusjoner og uenigheter mellom forskjellige prosjektaktører og berører igjen de i utgangspunktet komplekse interorganisatoriske forholdene.

Spisskompetanse på geoteknikk og ingeniørgeologi, som er omfattende tekniske fag, er nødvendig i alle prosjektfaser og involverte organisasjoner. Det skaper organisatorisk og strukturell kompleksitet knyttet til tilgjengeliggjøring og utnyttelse av denne kompetansen i alle ledd i tilstrekkelig grad. På grunn av oppdeling av prosjekter i faser og oppdeling i prosjektdeler gjennom prosjektnedbrytningsstruktur (PNS) utføres disse arbeidene «stikkveis». Det kan hindre en harmonisk fremvekst (*emergence*) av løsninger. Dette skaper komplekse forhold som gjør tids- og kostnadsestimater vanskelige.

Kompleksitet oppstår generelt som en konsekvens av usikkerhet som følge av manglende informasjon, ikke-linearitet i et stort nettverk av avhengighet, strukturell kompleksitet knyttet til tilgjengeliggjøring av spisskompetanse og oppdeling av aktiviteter i faser og organisatoriske forstyrrelser som konsekvens av diskusjoner og uenigheter.

#### *Spesielle geometriske og arkitektoniske uttrykk*

Spesielle geometriske og arkitektoniske uttrykk er naturligvis en kompliserende faktor. Dette er likevel håndterbar for aktører med riktig og tilstrekkelig kompetanse og erfaring. Det som skaper kompleksitet, er konsekvenser som spesielle geometriske og arkitektoniske uttrykk medfører for prosjekter. Konsekvenser er ofte at prosjektering og utførelse blir mer omfattende, men at det er usikkert hvor omfattende de blir, noe som ofte medfører overraskelser. Dette er en klar ikke-lineær sammenheng som er vanskelig å forutsi med lineære verktøy fra tradisjonell prosjektledelse. Prosjekter kan bomme på beregning av nødvendige tiltak for å unngå uønskede overraskelser, noe man ofte ikke oppdager før det er for sent, fordi konsekvenser i komplekse systemer – slik teorien påpeker – kommer forsinket i tid.

### *Tekniske installasjoner i bygg*

Tekniske installasjoner er ifølge empirien kompliserte av natur, noe som vanligvis er overkommelig for spesialiserte leverandører. Det som skaper kompleksitet, er avhengighet mellom tekniske systemer som leveres av forskjellige leverandører, og usikkerhet knyttet til måten de kommer til å fungere sammen på i en helhet.

Ukjente og ikke-testede systemer kan også skape kompleksitet på grunn av uforutsigbarheten de innebærer og medfører i prosjekter. Uforutsigbarheten omfatter hvordan systemene vil fungere både alene og sammen med andre systemer.

#### **4.1.1.3 Prosjektprodukter som krever innovasjon og læring**

##### **Empiri og resultater**

Noen ganger er prosjektprodukter såpass nye (*novel*) og unike at de krever at prosjektorganisasjoner tilegner seg ny kunnskap gjennom læring og noen ganger gjennom innovasjon. Behov for innovasjon og læring i prosjekter og sammenhengen til prosjektkompleksitet har vært et sentralt spørsmål i undersøkelsen.

De fleste informantene mener de gjør små innovasjoner i prosjekter hele tiden, noen ganger uten å være bevisst på det selv. Informantene uttaler: «*Vi innarbeider stadig nye krav om miljøhensyn og bærekraft og bruker nye materialer eller eksisterende materialer på ny måte.*» Dette er krevende, spesielt når prosjektledelsen ønsker å gjøre slike utviklinger med umiddelbar lønnsomhet. Informantene mener samtidig at bransjen trenger mer innovasjon, og at det finns flere uutnyttede muligheter.

Innovasjonen som informanter har erfaring med, er hovedsakelig «mindre» innovasjon, som innebærer å dra nytte av eksisterende teknologi som tradisjonelt ikke har vært benyttet i bygge- og anleggsbransjen. Noen informanter er forsiktige med å kalle slikt arbeid for innovasjon og uttaler: «*Jeg ville heller kalle det for kreativ tenkning, nytenkning eller tenkning utenfor boksen.*» De fleste innovasjonene som informantene har erfart, er satt i gang av «ildsjeler» som har evne og vilje til å tenke nytt og til å gjøre litt større innsats i sine prosjekter.

Informantene fokuserer på to krevende forhold knyttet til innovasjon: det å være først ute og det å innovere med umiddelbar lønnsomhet. Informantene uttaler: «*Det er krevende å være først ute med innovasjon. Du kan gjøre en del førstegangsfeil som dine konkurrenter slipper å gjøre senere.*» Å være først ute har en kostnad som kan være for stor for prosjekter, noe som danner en barriere for innovasjon i prosjekter.

Innovasjonsarbeid i prosjekter må dessuten føre til økonomisk gevinst, helst i løpet av prosjektets livsløp, for at prosjektledelsen skal kunne rettferdiggjøre ressursbruken. Uten



denne gevinsten kan ledelsen se på innovasjonsarbeid som en slags «lek» som har en kostnad uten en tydelig gevinst.

Informantene understreker at det ofte er overpresterende «toppfolk» som innoverer mest i sine prosjekter. Prosjekter som sliter med å levere gode resultater, legger sjelden vekt på innovasjonsarbeid og læring. I prosjekter med gode resultater har innovasjon en positiv organisatorisk effekt idet den er engasjerende og spennende for prosjektansatte. Informantene uttaler: «*Innovasjon krever trygghet hos ansatte og ledelsen og mellom prosjektaktører.*» I denne sammenhengen viser informanter til en rekke prosjekter som har god ledelse og gode team, som har vært først ute med å implementere nye tanker, og metoder og ny teknologi i sine prosjekter. Disse lederne blir populære i organisasjonen, og mange vil gjerne jobbe på deres prosjekter. Eksemplene informantene viser til, handler om å bruke bygningsinformasjonsmodeller (BIM) eller kreative byggemetoder, å lage egne utstyr og å bruke robotteknologi.

Mulighet for innovasjon i prosjekter er ifølge informantenes erfaringer styrt av forhold som kontraktsform og grad av formalitet i prosjekter. Kontraktsformer som hovedentreprise leverer ferdige løsninger til utførende aktører. Dette begrenser muligheten for innovasjon, siden man uansett må levere forhåndsdefinerte produkter og løsninger. I totalentrepriser og samspillkontrakter kan derimot utførende aktører være mer proaktive og innovative, siden kontraktsformen både tillater og oppfordrer til det. Økt grad av formalitet kan også begrense utførende aktørers mulighet for innovasjon, siden den reduserer flyten i interaksjonsprosesser. Informantene har flere eksempler på at avdelinger og enheter som har jobbet mest med totalentrepriser og samspillkontrakter, er mer vant til å jobbe innovativt og kreativt.

Informantene peker også på læring og erfaringsoverføring som krevende prosesser i prosjekter. Læring er en modningsprosess som krever tid og kontinuitet, noe som er vanskelig i prosjekter som er preget av travle hverdager og midlertidig organisering. Flere informanter mener det er ofte ikke tid til refleksjon over egne erfaringer, og at midlertidige prosjektorganisasjoner som går i oppløsning ved prosjektslutt, kan hindre at det bygges videre på erfaring og kollektivlæring. Disse forholdene er hovedårsak til at læring og erfaringsoverføring i prosjekter er vanskelige prosesser. Informantene er klare på at bransjen har mye å hente på å forbedre lærings- og erfaringsoverføringsprosessene.

### **Analyse og diskusjon**

Den iboende usikkerheten til innovasjonsarbeid er sammen med manglende referansetall for nødvendig tid og for kostnader for innovasjoner årsak til utfordringer som informanter trekker frem, som problemer knyttet til å være først ute og å raskt høste gevinst av

innovasjonsarbeid. Denne usikkerheten skaper kompleksitet i prosjekter som er avhengige av innovasjons- og læringsprosesser.

Informantene trekker også frem organisatoriske kvaliteter som trygghet, tillit og god ledelse som forutsetninger for innovasjonsarbeid. Innovasjon krever at folk tør å tenke utenfor boksen og vil teste nye løsninger. Dette krever at medarbeidere er trygge på hverandre og på ledelsen og har vilje og evne til samarbeid. Selv om behov for innovasjon og læring skaper kompleksitet i prosjekter, kan prosessene redusere organisatorisk kompleksitet gjennom økt engasjement og trivsel blant medarbeidere og økt tilfredshet for viktige aktører som byggherrer og prosjekteiere.

Behov for innovasjon og læring skaper strukturell kompleksitet på grunn av avhengigheter det skaper mellom prosjekter. Dette er fordi effektive innovasjons- og læringsprosesser bør foregå på tvers av prosjekter og organisatoriske enheter. Samtidig blir innovasjonsarbeid vanskeligere hvis prosjekter har en strukturell kompleksitet i form av omfattende formaliteter.

Basert på empirien har kontraktsformer en nøkkelrolle i å fremme eller hemme innovasjon. Kontraktsformer som hovedentreprise hemmer innovasjonsarbeid direkte ved å hindre utførende aktører i å tenke ut nye løsninger selv. Den hemmer innovasjon også indirekte gjennom å legge opp til rigide rutiner for interaksjon mellom prosjektaktører.

Den største utfordringen med læringsprosesser i prosjekter som informantene trekker frem, har å gjøre med tid og midlertidighet. Læring er modningsprosesser som krever tid til å reflektere over egne erfaringer. Læring krever også stabilitet i organisasjoner, relasjoner og arbeidsforhold. Travle hverdager og midlertidighet og dynamikk som er knyttet til prosjektarbeid, skaper utfordringer for kontinuerlig læring og erfaringsoverføring.

Generelt krever læring og innovasjon i prosjekter en rekke forutsetninger, som:

- robuste organisatoriske kvaliteter, som tillit og samhandling
- riktige formelle forutsetninger, som kontraktsformer og grad av formalitet
- stabilitet og høy grad av frihet

#### **4.1.1.4 Tverrfaglighet**

##### **Empiri og resultater**

Prosesser og løsninger er tverrfaglige når de krever samhandling og samarbeid mellom forskjellige fagdisipliner og spesialiteter. Informantene ser på tverrfaglighet som en viktig kompleksitetskilde og peker på flere momenter knyttet til det.

Fagdisipliner og spesialiteter har grensesnitt og avhengigheter som må ivaretas i prosjekter. Fagspesialister med ulik kompetanse er vanligvis dedikerte og har ikke nødvendigvis forutsetninger – og kanskje heller ikke interesse – for å ta hensyn til hverandres fag. De ser ofte egne utfordringer best og ønsker at andre skal ta hensyn til disse. Dette gjør prosjektene avhengige av personer som har evne og kompetanse til å se alle fagenes utfordringer og koordinere fagdisipliner og spesialister. Disse personene skal samtidig sørge for flyt i arbeidsprosesser gjennom effektiv samhandling og informasjonsutveksling. Dette er ifølge informantene en krevende rolle, som er forbundet med kompleksitet. Informantene uttaler: «*Min oppgave [som leder] er å skape en egnet arena og atmosfære for at fagene kan samhandle effektivt.*»

Informantenes erfaringer viser at utfordringen ofte er å kunne se helheten slik den egentlig er, i en tidlig nok fase. Å se helheten betyr å se alle fag og spesialiteter som er nødvendige for å løse prosjekters oppgaver. Det betyr også å se og håndtere innbyrdes avhengigheter mellom fagene.

En annen problemstilling knyttet til tverrfaglighet er optimalisering. Fagdisipliner har en tendens til å optimalisere prosesser knyttet til egne fag, noe som ikke nødvendigvis er til det beste for prosjektet. Informantene peker på at det er helheten som må optimaliseres – en oppgave som er vanskelig for enkeltfagene å ivareta.

Et eksempel som blir trukket frem, er utvikling av ventilasjon, elektro og vannsystemer i bygninger. Disse installasjonene er lokalisert i samme kanaler, himlinger og tekniske rom. Fagdisiplinene har naturligvis innbyrdes avhengighet, men er samtidig avhengig av rådgivende ingeniør byggeteknikk (RIB), som er aktøren som prosjekterer kanaler, himlinger og tekniske rom. RIB må i tillegg til eget fag forholde seg til arkitektens ønsker, som igjen må forholde seg til reguleringsplaner og offentlige organer samt prosjekteiers premisser. Aktørene er samtidig avhengig av rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG), som er aktøren som prosjekterer fundamentering og konstruksjoner i grunnen. «Noen» i prosjekter må sørge for at alle aktører har den informasjonen de trenger til enhver tid, og at de formidler informasjonen de har, til andre aktører. «Noen» må også sørge for at ferdige løsninger utgjør en god og optimal helhet, og at tids- og kostnadsrammer blir ivarettatt. Det krever ikke bare håndtering av avhengigheter og interaksjonsprosesser, men også forståelse av alle fagdisipliners utfordringer og muligheter.

### **Analyse og diskusjon**

Informantenes forklaringer kan forstås dit hen at kompleksitet knyttet til tverrfaglighet hovedsakelig skyldes innbyrdes avhengighet mellom fagdisipliner. Denne avhengigheten er i alle ledd i fagene og krever kontinuerlig koordinering.

Bygge- og anleggsbransjen har i mange år utviklet seg i retning av økt spesialisering. Dette har gitt bedre og dypere kunnskap og kompetanse i forskjellige fag, men har samtidig skapt avstand mellom fagene. I følge informantenes erfaringer, medfører avstand mellom fagene utfordringer som manglende evne, og kanskje vilje, hos fagspesialister til å ta hensyn til andres fag.

Koordinering av fagenes bidrag krever samhandling, samarbeid og kommunikasjon, som ofte skapes gjennom metodikker og verktøy som er utviklet i bransjen. Disse metodikkene og verktøyene har vanligvis stor nytte, men skaper ekstra strukturell kompleksitet i prosjekter, fordi de krever opplæring og endring av vaner og etablerte arbeidsmåter. Denne strukturelle kompleksiteten er spesielt stor for aktører med kortsiktige oppdrag i prosjekter. De ser som regel ikke nytten av å sette seg inn i disse metodikkene når deres oppdrag er kortvarig. De har også andre metodikker, verktøy og praksis å forholde seg til fra andre prosjekter som de er involvert i, noe som gjør det mindre interessant å bruke tid på å følge metodikker og verktøy enkeltprosjekter har utviklet.

Informantene trekker også frem optimalisering av helheten som en utfordring. Løsninger kan optimaliseres på forskjellige måter. I komplekse prosjekter er det usikkerhet og uklarhet knyttet til hva som fører til størst gevinst, og hvordan løsninger bør optimaliseres, spesielt i tidlige faser. Helheten er i tillegg ikke definert i komplekse systemer. Det påfører prosjekter ytterligere kompleksitet.

Fagspesialister med høy fagkompetanse og fagstolthet kan sammen med kulturelle forskjeller mellom aktører skape friksjon i relasjoner og interaksjonsprosesser. Det fører til en organisatorisk kompleksitet som vil påvirke produksjonsprosesser negativt. For å ivareta tverrfaglighet er det viktig å ha god struktur, gode prosesser, god teknologi (metodikker og verktøy) og gode relasjoner. Dette medfører behov for både formelle og uformelle organisasjonskvaliteter som sikrer at involverte mennesker jobber optimalt sammen.

#### 4.1.2 Underspørsmål 2: eksterne kompleksitetsfaktorer

Prosjekter, sett som åpen systemer, er i kontinuerlig interaksjon med sine omgivelser. De påvirker og blir påvirket av mange forhold, interessenter og organisasjoner rundt seg. Et viktig spørsmål i denne undersøkelsen har vært om hvordan faktorer i prosjektomgivelsene påvirker prosjektkompleksitet. Temaer som ble drøftet i intervjuene, er *sosiopolitiske forhold, klima, natur og miljø, geografisk plassering, marked og lov- og regelverk.*

#### 4.1.2.1 Sosiopolitiske forhold

##### Empiri og resultater

Ifølge informantenes erfaringer har politiske forhold i Norge mindre påvirkning på prosjektkompleksitet. Et tilfelle som blir påpekt, er etableringen av Nye Veier AS som en offentlig utbygger, som har medført mer bruk av bestemte kontrakts- og anskaffelsesformer i anleggsbransjen. Nye Veier har brukt totalentrepriser i større grad. De har også testet nye anskaffelsesformer som *best value procurement* (BVP) og flere andre metodikker i anleggsbransjen.

I forbindelse med omkringliggende sosiale forhold trekker informantene frem naboer, trafikanter og andre interessenter som blir berørt av eller har interesse for prosjekter, i tillegg til offentlige organer. De fleste informantene mener slike forhold kan komplisere prosjekter på grunn av krav som kommer utenfra og som berører prosjekterings- og produksjonsplanene. Utfordringen ligger i å få oversikt over slike faktorer og å klare å forutsi effekten av dem.

Informantene er enige om at aktiv, systematisk og strategisk håndtering av interessenter er en forutsetning for å lykkes, og sier: «Du må ha oversikt; du vet ikke hva som kan dukke opp, du skal være forberedt.» Det blir vist til eksempler på utfordringer i prosjekter som en konsekvens av «vanskelige» interessenter med «umulige krav».

Noen informanter viser til støybegrensninger i prosjekter som eksempel. I prosjekter ønsker man naturligvis effektiv drift, som blant annet innebærer utnyttelse av anleggsmaskiner flest mulig timer i døgnet. Støybegrensninger, som begrenser bruk av bråkende maskiner, påvirker driftseffektiviteten og kompliserer utførelsesplanene. En annen kilde til kompleksitet er usikkerhet knyttet til støybegrensninger. Noen ganger er regelverket om støybegrensninger og interessentenes ønske og krav uklare i prosjektets tidlige faser. Når krav om støybegrensning innføres eller skjerpes i utførelsesfasen, skapes en uventet forstyrrelse av utførelsesplaner og driftseffektivitet. Dette kan ha store konsekvenser for prosjektet. Det kan også skape diskusjoner mellom prosjektaktører om hvem som skal dekke kostnadene forbundet med effektivitetstap, spesielt når situasjonen ikke er avklart på forhånd eller er omtalt med uklare formuleringer i kontrakter.

En annen utfordring er at arbeidet med interessenter blir gjennomført av forskjellige aktører i forskjellige prosjektfaser. Det kan føre til at informasjon, stort sett ubevisst, ikke blir formidlet i tilstrekkelig grad til prosjektaktører som kommer inn i prosjekter etter hvert. I prosjektets tidlige faser jobber prosjekteiere og -utviklere med interessenter, mens i utførelsesfasen er det entreprenører som gjør denne jobben. Manglende kontinuitet i arbeidet med interessenter er en kilde til usikkerhet.

Informantene peker også på at omkringliggende sosiale forhold i noen tilfeller kan ha positiv innvirkning på prosjekter. Grunneiere, bønder og andre interessenter med lokalkunnskap kan ha verdifull informasjon som kan redusere kompleksiteten i prosjekter. I flere tilfeller har man i prosjekter fått for eksempel informasjon om grunnforhold og historier om tidligere ras, som har vært nyttig informasjon for prosjektorganisasjonen.

### **Analyse og diskusjon**

Informantene peker på behov for ryddig og systematisk håndtering av eksterne forhold, som skal planlegges og følges opp av prosjektorganisasjoner. Prosjektledelsesfaget legger stor vekt på håndtering av interessenter og har utviklet verktøy som er rettet mot identifisering, klassifisering og håndtering av interessenter i prosjekter (Aarseth et al., 2015; Rolstadås, 2014). Bruk av disse verktøyene i prosjekter er en nødvendighet, ifølge informantene.

Det som skaper kompleksitet, er endringer i interessentbildet, usikkerhet og uforutsigbarhet knyttet til interessentene og deres påvirkning på prosjekter. Dette krever en aktiv, fleksibel og ikke-lineær tilnærming til hva som kan komme fra omgivelsene, og måten det skal håndteres på. Usikkerheten kan også ha positive effekter. Dette blir påpekt av informantene gjennom flere eksempler der interessenter bidrar med blant annet nyttig informasjon som er nødvendig for prosjekter.

Informantene peker på en strukturell kompleksitet knyttet til håndtering av interessenter i forskjellige prosjektfaser. Dette er en kompleksitet som skapes av oppdeling av prosjekter i prosjektfaser og deling av oppgaver på forskjellige poster.

Det er også kompleksitet knyttet til uklare årsak–konsekvens-sammenhenger, som medfører diskusjoner om ansvar for konsekvenser av endrede sosiopolitiske forhold.

Kompleksitet som bunner i politiske forhold, er ikke vesentlig i bransjen, men kan forstås som (en sensitiv avhengig av initialbetingelser), da små endringer kan skape store og uforutsigbare konsekvenser.

#### **4.1.2.2 Klima, natur og miljø**

##### **Empiri og resultater**

Miljøfaget får økende innflytelse i bygge- og anleggsbransjen og utfordrer stadig prosjekter med nye krav. Siden faget er nytt, er det en del usikkerhet om hvilke krav prosjektene må forholde seg til, og hvilket omfang og konsekvenser kravene medfører i prosjekter. Dette skyldes usikkerhet i fagfeltet og manglende erfaringer med faget i bransjen.

Til tross for dette er informantene tydelige på at de fleste i dag har et positivt syn på miljø som tema og derfor tar det på alvor. Organisasjoner ser på kompetanse og erfaring med miljøfaget som et viktig konkurransefortrinn.

Viktige interessenter som blir nevnt, er miljøvernorganisasjoner, Klima- og miljødepartementet, Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og forskjellige interesseorganisasjoner. Disse organisasjonene kan skape kompleksitet på grunn av omfattende krav og på grunn av lang saksbehandlingstid.

Informantene ser på klima og natur som mindre viktig faktor for kompleksitet. De uttaler: «*De skaper nok kompleksitet, men det vet vi jo at de gjør; Det kan det ikke gjøres stort med, vi må bare forholde oss til det.*»

### **Analyse og diskusjon**

Klima og natur omfatter store krefter og mye uforutsigbarhet, som kan skape utfordringer for prosjekter. Informantene legger likevel ikke stor vekt på disse temaene, mest sannsynlig fordi det er gitte forhold som prosjekter må bare forholde seg til og håndtere etter beste evne.

Miljø blir et stadig viktigere tema og påvirker bygge- og anleggsprosjekter i stor grad. Det som skaper kompleksitet, er at fagfeltet er relativt nytt, og at krav og forståelse av miljøregnskap og prioritering ikke er entydig og klart. Dette kommer i tillegg til for lite erfaring med miljøfaget i bransjen. Det medfører usikkerhet og uforutsigbarhet som skaper forhold som ikke-linearitet og *emergence*, der man i prosjekter ikke får de samme resultatene av samme handlinger.

#### **4.1.2.3 Geografisk plassering**

##### **Empiri og resultater**

Geografisk plassering av prosjekter er drøftet som en mulig kompleksitetsfaktor. Informantene trekker frem forhold som bemanning og arbeidstidsordninger som utfordrende i prosjekter som er lokalisert i tynt befolkede strøk. Når en veistrekning bygges langt fra urbane områder, får prosjektmedarbeidere lengre reisetid og må pendle og overnatte på arbeidsstedet. Det skaper både kostnader og kompliserte bemanningsforhold.

Samtidig opplever man i prosjekter i tette bystrøk kompleksitet på grunn av for lite riggplasser, nærhet til naboer, trafikk og vanskelige vareleveranseforhold.

Generelt ser de fleste informanter på geografi og lokalisering av prosjekter som en mindre viktig faktor for prosjektkompleksitet.

## **Analyse og diskusjon**

Geografisk plassering er ifølge empirien komplisert, men overkommelig, forutsatt god nok kompetanse og erfaring med tematikken. De fleste informantene mener betydningen av geografisk plassering for prosjektkompleksitet er begrenset, og ser ikke på det som en viktig kompleksitetsfaktor.

Organisasjoner har som regel en form for geografisk inndeling av avdelingers aktiviteter som gjør at de bygger i avgrensede geografiske områder. Avdelinger og organisatoriske enheter har derfor bygget seg opp kompetanse og erfaringer med å håndtere kjente utfordringer som forårsakes av geografisk plassering av prosjekter, som bemanning, trange riggplasser og vanskelige vareleveranselogistikk. Dette er en mulig forklaring på at informantene ikke ser på disse forholdene som komplekse.

### **4.1.2.4 Marked**

#### **Empiri og resultater**

Materialer, maskiner og tjenester som prosjekter kjøper, er en del av eksisterende markeder. Det er også produkter og tjenester som prosjekter leverer.

Markedsmekanismer og dynamikker i markeder påvirker derfor kvalitet, pris og gjennomføringstid i prosjekter.

Oppdragsgivere ønsker flere tilbydere for oppdragene sine for å skape konkurranse. Dette forutsetter flere seriøse aktører med ledig kapasitet i markedet. Når markedet er på bunn, blir konkurransen hard, prisene senkes, og kvaliteten på leveranser økes. I slike markeder har oppdragsgivere større forventninger og krav til tilbydere. Dette er motsatt når markedet er på topp. Markedsmekanismer og -dynamikker påvirker derfor både forventningene til prosjektorganisasjoner og kvaliteten på leveransene deres.

#### **Analyse og diskusjon**

Markedet representerer et omfattende nettverk av balanser og mekanismer som påvirker produkter og tjenester som prosjekter både kjøper og leverer. Markedet påvirker også prosjekteiere og byggherrers forventninger til prosjektleveranser og -prestasjon.

Kompleksiteten i denne sammenhengen er den store avhengigheten prosjekter har til mange eksterne elementer i markeder, og den iboende usikkerheten i markedet. Dette er en ekstern kompleksitet som prosjektledelsen må håndtere.

Flere kompleksitetskonsepter, som ikke-linearitet, *emergence* og fraktaler, kan brukes i forståelsen og håndteringen av markedet som en kompleksitetsfaktor.



#### **4.1.2.5 Lov- og regelverk**

##### **Empiri og resultater**

Med *lov- og regelverk* menes norsk lov og forskrifter, norske og felleseuropeiske tekniske standarder, regelverk og reguleringer fra fylkeskommuner og kommuner, alle krav som er satt av prosjekteiere, byggherrer og andre prosjektaktører gjennom utvikling av prosjekter, og internt regelverk og interne styringssystemer i den aktuelle organisasjonen.

Informantene mener at lov- og regelverket er konkret, men kan tolkes og forstås på forskjellige måter på grunn av uklar og utydelig ordlyd og formuleringer. Dette fører ofte til varierende og noen ganger motsigende forståelse av de samme reglene, med logisk argumentasjon for hver forståelse. Mange diskusjoner på byggeplasser er et resultat av denne utydeligheten. Aktører kan føre lange diskusjoner om hvordan de har forstått lover og regler, og hvordan de bør agere basert på det. Informantene uttaler: «*Noen ganger blir vi nødt til å tolke lover og regelverk for å kunne komme oss videre, noe som representerer en risiko med ukjente konsekvenser.*»

Lov- og regelverket er dessuten omfattende og øker stadig i omfang. En viktig kilde til usikkerhet i prosjekter er hvordan krav fra et bestemt regelverk forholder seg til krav fra andre regelverk. Informantene uttaler: «*Noen ganger vet vi ikke hvordan enkelte krav forholder seg til andre, motsigende krav. Myndighetene har ikke alltid et klart svar på slike dilemmaer.*» Dette fører ofte til usikkerhet og uforutsigbarhet i prosjekter og krever unødvendig bruk av ressurser på diskusjoner og forhandlinger mellom prosjekters aktører og mellom prosjektorganisasjoner og interessenter.

Informantene peker også på utfordringer knyttet til saksbehandling av byggesaker, som er ressurskrevende prosesser for både prosjekter og myndigheter. På grunn av ressursknapphet i myndighetsorganer og uforutsigbarhet i mengden saker de må håndtere, blir saksbehandlingstider usikre. Dette skaper usikkerhet og uforutsigbarhet i prosjektplanleggingen.

##### **Analyse og diskusjon**

Lov- og regelverk er kompliserte, sammensatte mengder av tekster, prinsipper og praksis som krever dyp forståelse og spisskompetanse. Slike kompliserte forhold kan håndteres gjennom allokering av medarbeidere med nødvendig kompetanse og erfaring, systematisk oppfølging, analyse og kontroll i form av revisjoner, prosjekthelsesjekk og lignende metodikker.

Det som skaper kompleksitet i forbindelse med lov- og regelverk, er flertydighet. Lover, regelverk, standarder og rutiner formuleres for bruk i mange forskjellige situasjoner. Det

betyr at de er formulert som generelle, mindre konkrete tekster, som må tolkes for å forstås og anvendes. Siden forskjellige organisasjoner, grupper og individer kan tolke de samme tekstene ulikt, vil det være vanskelig å forutsi utfall ut fra samme innputt. Like saker kan få forskjellig utfall i forskjellige prosesser. Dette er en ikke-linearitet som er vanskelig å håndtere med en tradisjonell preskriptiv tilnærming.

Lov- og regelverk, standarder, kommunale vedtekter og organisatoriske styringssystemer og normer danner sammen en helhet som er styrt av forskjellige aktører og skapt av forskjellige fagmiljøer. Denne helheten har, i tillegg til å være flertydig, mange elementer og stor avhengighet i seg. Et stort antall elementer og en stor mengde avhengigheter er også en kilde til kompleksitet.

#### 4.1.3 Underspørsmål 3: systemkompleksitetsfaktorer

Med *systemkompleksitet* menes kompleksitet knyttet til prosjektsystemet som designes for å produsere prosjektprodukter. Systemkompleksitetsfaktorer er i mindre grad relatert til prosjektprodukter. De er hovedsakelig avhengig av prosjektforståelsen hos sentrale aktører samt tradisjoner, rutiner og vaner i aktørorganisasjoner og i bransjen generelt. Systemkompleksitetsfaktorer er ofte resultat av valg foretatt av sentrale prosjektaktører, eller -interessenter. Temaer som er blitt drøftet i intervjuene er: *kontrakt, økonomisk levedyktighet, budsjettering og finansiering og robusthet*.

##### 4.1.3.1 Kontrakt

###### Empiri og resultater

Informantene ser på kontrakter som en sentral kompleksitetsfaktor. *Kontraktsform, forståelse av kontrakter og kontraktshåndtering og -oppfølging* er de viktigste sidene som informantene trekker frem.

###### *Kontrakts- og entrepriseformer*

Hovedentreprise og totalentreprise er de mest vanlige entrepriseformene i bygge- og anleggsbransjen. *Hovedentreprise* er en kontraktsform mellom byggherre og hovedentreprenør som gir entreprenøren ansvaret for store deler av utførelsen i prosjektet. I denne entrepriseformen står byggherren selv for prosjektering og valg av løsninger. *Totalentreprise* er en kontraktsform mellom byggherre og entreprenør som omfatter prosjektering, valg av løsninger og utførelse av byggearbeider. I totalentrepriser får hovedentreprenør større ansvar, men også en viss frihet til å forme prosjekter.

Informantene mener det er viktig at den valgte kontraktsformen/entrepriseformen er egnet for prosjekttypen. Hovedentreprise er egnet for enkle prosjekter med liten grad av usikkerhet. Generelt blir hovedentreprise sett på som en gammeldags og dårlig kontraktsform som ikke gir mulighet til å utnytte entreprenørens kompetanse i tidlig

prosjektfase. Kontraktsformen begrenser også muligheten for samhandling mellom prosjekterende og utførende aktører på grunn av tunge formaliteter. Totalentreprise betraktes derimot som egnet for de fleste prosjekttyper. Totalentreprise gir rom for å involvere alle aktørers kompetanse i prosjekter fra tidlig fase. Den skaper også mulighet for samhandling og samarbeid mellom prosjektaktører.

Valg av riktig kontraktsform krever en overordnet og objektiv vurdering av prosjekter i tidlig fase, men ifølge informantenes erfaring er valg av entrepriseform ofte basert på tradisjoner, vaner og andre subjektive premisser i byggherreorganisasjoner.

De fleste informantene foretrekker bruk av kjente entrepriseformer, mest på grunn av bransjens kjennskap til og erfaring med disse entrepriseformene. Innføring av nye kontraktsformer blir sett på som kompliserende. Et eksempel som blir trukket frem, er såkalte NTK 15-kontrakter (*Norsk totalkontrakt 2015*), som Bane NOR har tatt i bruk i det siste. Denne kontraktsformen har skapt reaksjoner fra entreprenører og deres interesseorganisasjoner, mest på grunn av manglende kjennskap til kontraktsformen i bransjen. Informantene uttaler: «*NTK 15-kontrakter er komplekse, mest fordi vi ikke har erfaring med kontraktstypen.*» Det er imidlertid en del annen kritikk som rettes mot denne kontraktsformen som jeg velger å ikke gå inn på her.

Det er ikke bare nye kontraktsformer som skaper reaksjoner hos entreprenørene, men også massiv bruk av tilleggsbeskrivelser i kjente kontraktstyper. Ifølge informantene skaper bruk av tilleggsbeskrivelser forvirring og usikkerhet i prosjektorganisasjoner. Mye tilleggsbeskrivelser får kontrakter til å virke nye og ukjente for utførende aktører. Informantene uttaler: «*Selv om verden har utviklet seg, og intensjonen med bruk av nyere entrepriseformer og massiv bruk av spesialbeskrivelser i standardkontrakter er å tilpasse kontraktene og optimalisere dem, vil det ofte virke mot sin hensikt. Dette er fordi det kompliserer forståelsen av kontrakter.*»

En annen utfordring som blir påpekt, er manglende sammenheng mellom kontrakter og annet produksjonsgrunnlag, som tegninger og modeller, spesielt ved endringer. Det hender at byggherrer endrer geometri ved revisjon av tegninger og modeller uten å endre oppgavebeskrivelsene, som er en del av kontrakten. Dette gjør at bygging som skjer basert på tegninger og modeller, ikke blir gjenspeilet i utbetalingsstrukturer, som er basert på oppgavebeskrivelser.

Selv om omfattende kontrakter er en utfordring, fraråder informantene bruk av for enkle avtaler som ikke gjenspeiler kompleksiteten i prosjekter. Kontrakter må gjenspeile virkeligheten i prosjekter i størst mulig grad, fastslår flere informanter. For enkle kontrakter skaper kompleksitet idet de ikke dekker prosjektoppgaver i tilstrekkelig grad.

Informantene peker også på risikofordeling i kontrakter som en mulig kompleksitetskilde. De fleste informanter opplever ofte skjev risikofordeling i kontrakter, som ofte skaper kompleksitet i prosjekter. Problematikken med skjevfordeling av risiko er en av innvendingene informantene har mot NKT 15-kontrakter.

#### *Kontraktshåndtering og -oppfølging*

Informantene ser på kontraktshåndtering som en komplisert og sammensatt oppgave, som krever spisskompetanse og dedikerte ressurser. I denne sammenhengen viser informantene til viktigheten av både formell og uformell kompetanse. Informantene uttaler: «*Det er et element i seg selv å følge kontrakter; profesjonell kontraktsoppfølging er veldig viktig.*»

Kontrakter omhandler alle aktiviteter i prosjekter. Det er derfor viktig at hele prosjektorganisasjonen – fra prosjektledere til formenn og bas – har kjennskap til og forståelse av kontrakter. Ifølge informantene er dette vanskelig i praksis. Deler av driftsapparatet – baser og fagarbeidere – kan agere uten oversikt over kontrakter, ofte fordi de ikke har forutsetninger til å skaffe seg den oversikten.

Informantene mener det er viktig å ha et positivt syn på kontrakter for å lykkes med kontraktshåndtering. Informantene uttaler: «*Det er viktig at du har interesse for den type oppgave, og at du liker å jobbe med det; Vi må se mulighetene kontraktshåndtering gir oss, ikke bare se det som en kjedelig oppgave.*»

#### *Kontraktsforståelse*

Nesten alle informanter påpeker at kontrakter, på lik linje med lov- og regelverk, kan tolkes og forstås på forskjellige måter. Erfaring med kontraktshåndtering og kjennskap til rettspraksis kan bidra til å redusere denne utfordringen. Nye kontraktsformer og kontrakter som inneholder mye tilleggsbeskrivelser, skaper større utfordringer med kontraktsforståelse.

Informantene mener kontraktsregimet er såpass omfattende og utydelig at det skaper kompleksitet uansett. Informantene uttaler: «*Kontrakter er egentlig forutsigbare, men de er ikke entydige.*»

#### **Analyse og diskusjon**

Kontrakter er, ifølge informantenes erfaringer, kompliserte og sammensatte og krever formell kompetanse som ivaretar en profesjonell håndtering. Kontrakter er kompliserte og krever, ifølge Cynefyn-rammeverket, en analytisk tilnærming (Snowden & Boone, 2007). I denne sammenhengen er kjennskap til kontrakter og kontraktshåndtering en

vesentlig suksessfaktor, og det er derfor en utfordring når man stilles overfor stadig nye kontraktstyper og økende mengde spesialbeskrivelser til standardkontrakter.

Kontraktsformer bestemmer ifølge informantene hva som blir komplekst i prosjekter. Hovedentreprise, som informantene viser til som en gammeldags kontraktsform, skiller prosjektering fra utførelse i stor grad. Kontraktsformene har formaliteter som stiller krav om at all kommunikasjon mellom utførende og prosjekterende aktører skal skje gjennom byggherren. På denne måten regulerer kontraktsformen interaksjonsprosesser og hindrer effektiv samhandling mellom prosjekterende og utførende aktører. Kontraktsformen skaper en strukturell kompleksitet som hindrer effektive interaksjonsprosesser, og fører ofte til organisatorisk kompleksitet som går ut over relasjoner og nettverk i prosjekter. Empirien viser til ofte manglende tillit mellom aktører i prosjekter med hovedentreprisekontrakter.

Totalentreprise, derimot, legger opp til integrering og samhandling mellom prosjektering og utførelse. I slike kontrakter tildeler byggherrer større tillit og ansvar for både prosjektering og utførelse til en hovedentreprenør. Kontraktsformen reduserer strukturell og organisatorisk kompleksitet gjennom å muliggjøre effektive interaksjonsprosesser og tilstander som gode relasjoner og nettverk mellom prosjektaktører. Til tross for disse fordelene skaper totalentreprise kompleksitet i form av økt usikkerhet og økt antall elementer som hovedentreprenøren har ansvar for. Det kan skape tekniske og interne organisatoriske kompleksiteter. I totalentrepriser foregår prosjektering og utførelse i større grad samtidig, noe som skaper kompleksitet og usikkerhet samt mer avhengigheter i prosjekter.

Når deler eller hele kontrakter er ukjente – slik tilfellet er for ukjente kontraktsformer og ved massiv bruk av tilleggsbeskrivelser –, skapes kompleksitetsdrivere som usikkerhet og uforutsigbarhet for involverte aktører.

I likhet med lov- og regelverk er kontrakter også flertydige, på grunn av den uklare ordlyden og vage formuleringene slike tekster ofte har. Det kan skape kompleksitet i prosjekter, spesielt ved uenigheter mellom prosjektaktører.

Kontrakter omhandler alle aktiviteter i prosjektet, også de som blir ledet av driftsledere og formenn. Det er derfor viktig at mesteparten av prosjektorganisasjonen kjenner til og bruker kontrakter aktivt. Det er en strukturell kompleksitet knyttet til å spre kunnskap og kompetanse om kontrakter i prosjektorganisasjoner. Denne utfordringen henger sammen med graden av desentralisering i prosjektstrukturer samt organisasjonskultur.

En annen kilde til strukturell kompleksitet er manglende sammenheng mellom kontrakter og andre former for prosjektunderlag, som beskrivelser, tegninger, modeller osv.

### 4.1.3.2 Økonomisk levedyktighet

#### Empiri og resultater

Flere informanter trekker frem økonomisk levedyktighet for involverte aktører som en viktig suksessfaktor i prosjekter. Informantene uttaler: «*Erfaringsmessig blir tapsprosjekter aldri gode prosjekter for noen av partene.*»

Tapsprosjekter skaper organisatoriske og økonomiske utfordringer. Det kan også påvirke kvaliteten til prosjektprosesser og -produkter. Når aktører taper på et prosjekt, vil de naturligvis fokusere på å begrense sitt eget tap. Aktørene kan også skyldes på hverandre for utfordringer de opplever i prosjekter, eller forsøke å dytte kostnader over på hverandre. Det vil påvirke tilliten og samarbeidsviljen i prosjekter og kan skape nye utfordringer.

En forutsetning for økonomisk levedyktighet hos involverte aktører er at de får «riktig» pris på tjenestene sine. Å gi riktig pris på tjenester forutsetter riktige anbuds- og tilbudsgrunnlag, egnede anskaffelsesregler og rettferdige konkurranseforutsetninger. Det henger også sammen med forståelse av prosjekters helhet. I denne forbindelsen peker noen informanter på *BegrensSkade*, et forskningsprosjekt som har funnet en sammenheng mellom prosjektsuksess og økonomisk levedyktighet (NGI,2016).

#### Analyse og diskusjon

Økonomiske interesser er naturligvis viktig for alle involverte aktører, både kommersielle og offentlige. Når aktører mister muligheten til å nå sine økonomiske mål i et prosjekt, blir interessen og motivasjonen i prosjektet endret, noe som kan skape interessekonflikter.

Interessekonflikter i prosjekter og uenigheter om oppgjør og utbetalinger påvirker mest av alt organisatoriske uformelle trekk, som interaksjonsprosesser, relasjoner og nettverk. Viljen til samarbeid og samhandling og relasjoner og tillit kan bli negativt påvirket, og prosjekter kan få organisatorisk kompleksitet som går ut over produksjonsprosessene og skaper ytterligere tap.

Informantene peker på det å gi «riktig» pris som en viktig forutsetning for økonomisk levedyktighet. Dette er avhengig blant annet av å se helheten til oppgaver som skal utføres, inkludert alle avhengigheter og endringer som kan dukke opp, noe som er vanskelig å få til i komplekse prosjekter. Når prosjekter eller aktiviteter er komplekse, er helheten ikke lik summen av enkeltdelene. Kostnadsestimering og oppgjør knyttet til komplekse oppgaver må derfor skje basert på andre prinsipper enn det som er vanlig i bygge- og anleggsbransjen i dag. Slike oppgaver krever høyere grad av tillit, åpenhet og

samspill mellom aktører, i tillegg til større rom for prising basert på faktiske medgåtte kostnader mer enn forhåndsanslåtte.

#### **4.1.3.3 Budsjettering og finansiering**

##### **Empiri og resultater**

Budsjetteringsprinsippet er generelt bygd på estimer og anslag som er basert på en grunnleggende antagelse om at omfang av og kostnader for prosjekter er kjente og er i henhold til tidligere erfaringer.

I prosjekter påvirker budsjetter og finansielle forhold sentrale beslutninger gjennom hele prosjektets livsløp. Alle informantene er enige om viktigheten av dette punktet. Flere sier: *«Det er viktigere enn vi tror og tar hensyn til.»*

I mange tilfeller kan stramme budsjetter og sammensatte finansielle forhold forårsake feil beslutninger. Et eksempel er når prosjekter får høye kostnadsanslag i tidlig fase sammenlignet med antatte budsjetter. I slike tilfeller må enten prosjektbudsjettet økes eller kostnadsanslaget reduseres. Prosjekteiere og byggherrer kan satse på å optimalisere prosjektegenskaper og løsninger for å redusere kostnadsanslaget. Denne optimaliseringen i en tidlig fase skjer ofte uten et bedre optimaliseringsgrunnlag. Det kan skape feil og utfordringer som dukker opp igjen i senere prosjektfaser og fører til budsjettsprekk.

Omfattende finansielle strukturer kan også skape kompleksitet i forbindelse med godkjenning av nye kostnader som er konsekvens av endringer.

Flere informanter peker også på den kompliserende effekten av gjennomføringsmodeller som offentlig-privat-samarbeid (OPS), der utførende aktør også får ansvar for finansiering av prosjektet i mange år etter ferdigstilling. Slike modeller påfører prosjekter tilleggskompleksiteter.

##### **Analyse og diskusjon**

Budsjettering er basert på en grunnleggende antagelse om forutsigbarhet i aktivitetens omfang og kostnad. Det er også basert på at helheten i et prosjekt er godt definert og er lik summen av alle elementer som inngår i den. I komplekse prosjekter, der helheten ikke er lik summen av sine deler, vil det være vanskelig å bruke budsjetter som referanse eller fasit for kostnader. Dette er den grunnleggende utfordringen med budsjettering av komplekse systemer.

Budsjetttanslag kan variere mye når de lages for komplekse aktiviteter. Det kan skape rom for å manipulere budsjetteringsprosesser etter aktørers eller enkeltindividers ønske. Denne utfordringen forklarer fenomenet med stor variasjon i anbudssummer som

forskjellige firmaer gir på de samme anbudene, som kan være opptil halvparten så lav sum i enkelte anbud.

Hvis budsjettene til komplekse prosjekter i utgangspunktet er stramme, og byggherren har lite å gå på når det gjelder kostnadsoverskridelser, vil overraskelser i form av uforutsette konsekvenser skape store utfordringer. Komplekse prosjekter med stramme budsjetter og rigide pengeinnvilgelsesrutiner kan derfor medføre store utfordringer for involverte organisasjoner.

Dette blir ikke nødvendigvis løst med raus budsjettering og store poster for kostnadsoverskridelser, eller usikkerhet – slik det ofte blir behandlet i tradisjonell prosjektledelsestilnærming –, for man kan bomme på slike poster også. Utfordringen med komplekse aktiviteter bør løses med fleksibilitet i budsjetterings- og pengeinnvilgningsprosesser og med rom for forskjellige utfall av komplekse situasjoner.

#### **4.1.3.4 Robusthet**

##### **Empiri og resultater**

Flere informanter trekker frem robusthet som en viktig forutsetning for prosjektsuksess. Med *robusthet* menes tekniske, økonomiske og organisatoriske løsninger som tåler uforutsette påvirkninger. Robuste løsninger er det motsatte av minimumsløsninger, som er løsninger som bare fungerer når alt er som forutsatt.

Informantene viser til flere tilfeller der robusthet er til stor hjelp. I prosjekter hender det at prosjekteiere ønsker endringer, eller at man oppdager feil i prosjektering og utførelse. I slike tilfeller er det veldig nyttig at for eksempel fundamenteringsløsninger er robuste og tåler uforutsette tilleggsbelastninger de blir påført. Dette prinsippet gjelder for andre aspekter som økonomi og organisasjon. Robust økonomi i prosjekter gjør at prosjekter tåler uforutsette kostnader bedre. Er økonomien skåret ned til beinet, vil prosjektet raskere og oftere få økonomiske problemer. Informantene uttaler: *«Det skal mer til før det går dårlig i robuste prosjekter.»*

Erfaringer viser at man ikke treffer presist på løsninger, fordi prosjekter alltid har en viss grad av usikkerhet og uforutsigbarhet. Ifølge flere informanters erfaringer er det som regel billigere å «investere» i litt mer robuste løsninger enn å endre løsning hver gang en uforutsett hendelse skjer. Det vanskelige er å vite hvor grensen skal trekkes mellom robusthet og minimumsløsninger.

Robusthet henger også sammen med kontraktsformer. Informantene uttaler: *«Kontrakter med kun funksjonskrav utfordrer til å levere minimumsløsninger, noe som ofte går utover robustheten.»*



## **Analyse og diskusjon**

Robusthet gir prosjekter mulighet til å takle avvik som oppstår på grunn av feil eller uforutsigbarhet og usikkerhet med negative konsekvenser. Robuste løsninger og forhold i prosjekter bidrar derfor i håndteringen av kompleksitet.

Robusthet kan også bidra til redusert kompleksitet, fordi avhengigheter mellom prosjektdeler blir redusert. Når lastbildet på en konstruksjon endrer seg, er det for eksempel en fordel at fundamenteringsløsningene er så robuste at de ikke må endres på grunn av last fra et nytt lastbilde. På denne måten er avhengighet mellom fundamentering og øvrige bygningsdeler redusert, noe som reduserer konsekvensen for uforutsette hendelser.

Komplekse prosjekter må kombineres med robuste løsninger, mens minimumsløsninger bør beholdes prosjekter som er enkle og velkjente.

## **4.2 Del 2: Kompleksitetsdrivere**

Rolstadås og Schiefloe (2017) definerer fire kompleksitetsdrivere som forhold som driver kompleksitet i prosjekter: *flertydighet*, *usikkerhet*, *uforutsigbarhet* og *tempo*. I denne oppgaven er to andre mulige kompleksitetsdrivere drøftet tillegg til disse fire, henholdsvis *avhengighet* og *dynamikk og endringer*. Nedenfor blir alle seks kompleksitetsdrivere diskutert.

### **4.2.1 Flertydighet**

#### **Empiri og resultater**

Flertydighet oppstår der det kan argumenteres for forskjellige forståelser av én og samme sak. Informantene viser her til lov- og regelverk, kontrakter og andre type avtaler som eksempler på situasjoner der det kan oppstå flertydighet. Disse forholdene kan som regel forstås og tolkes på forskjellige måter, noe som skaper misforståelser, uenigheter og noen ganger konflikter i prosjekter.

Interessekonflikter i prosjekter kan fremme og forsterke slike uenigheter i stor grad. Når ulike prosjektaktører har forskjellige interesser, kan de tolke kontrakter, lov- og regelverk slik det tjener deres interesser best. Et problem er at flertydige dokumenter gir rom for dette.

Noen informanter peker på en løsning, der en søker å omgå dette problemet gjennom organisatoriske og forretningsmessige tiltak. Tiltakene går på å skape gode relasjoner basert på tillit og vann-vinn-situasjoner mellom aktører som ofte jobber sammen. Dette gjør at aktørene er mindre avhengig av å bruke kontrakter og regler i deres daglige diskusjoner.

## **Analyse og diskusjon**

Informantene viser til flere faktorer og forhold som fremmer flertydighet. De viktigste er lov- og regelverk og kontrakter. Informanter peker på interessekonflikter som en forsterkende faktor. Når aktører er uenige og er i en konfliktsituasjon, prøver de å finne argumentasjon og støtte for sine interesser og påstander. I slike tilfeller kan en prosess om tolkning og forståelse av formelle dokumenter settes i gang, men er ofte ikke til hjelp.

Det er generelt bedre for prosjekter å gjøre seg mindre avhengig av å bruke lov- og regelverk, kontrakter og formelle avtaler i diskusjoner og samhandling for å unngå ulempene flertydighetene som er knyttet til disse dokumentene, medfører. Å basere seg på gode relasjoner, tillit og forretningsmodeller som fremmer vinn-vinn-situasjoner, er et bedre alternativ.

### **4.2.2 Usikkerhet**

#### **Empiri og resultater**

Usikkerhet handler om mangel på informasjon og kan håndteres med undersøkelser og analyser som enten fremskaffer informasjon eller bidrar til å kvantifisere usikkerhetens mulige konsekvenser. Generelt er det bred enighet blant informantene om viktigheten av aktiv usikkerhetsstyring og om sammenhengen mellom usikkerhet og kompleksitet.

Flere informanter etterlyser mer bruk av ressurser i tidlig fase for å redusere usikkerhet. Informantene uttaler: *«Jeg lurer på hvorfor prosjekteiere og byggherrer ikke bruker mer ressurser i tidlig fase for å skape mer informasjon som bidrar til redusert usikkerhet.»*

Usikkerhet krever, ifølge informantenes erfaring, planlegging for mange mulige tilfeller, noe som kompliserer prosjektplaner og «stjeler» ressurser fra andre viktige oppgaver. Mangel på viktig informasjon og stor usikkerhet i prosjekter skaper også organisatoriske utfordringer. Usikkerheten preger arbeidsmiljøet og påvirker trivselen i prosjektorganisasjonen. Prosjektmedarbeidere blir irritert og noen ganger oppgitt av å jobbe under usikre forhold. I slike prosjekter ønsker medarbeidere ofte å bli ferdig med prosjektet og gå over til et annet prosjekt, noe som kan redusere innsats og prestasjon i prosjektorganisasjonen.

Usikkerhet henger også sammen med kontraktsformer. I totalentrepriser er usikkerheten for utførende aktører større enn i hovedentrepriser, siden entreprenører får ansvar for prosjektering i tillegg til utførelse. Men entreprenører får samtidig større påvirkningskraft i prosjekter med slike kontrakter.

De fleste informantene påpeker at usikkerhet og kompleksitet henger tett sammen, men det er varierende forståelser av sammenhengen. Noen mener usikkerhet er en kompleksitetskilde, mens andre heller mot å se kompleksitet som en kilde til usikkerhet.

### **Analyse og diskusjon**

Under usikre forhold er det flere mulige utfall, noe som skaper kompleksitet i planlegging av aktiviteter og evaluering av prosjekters tilstand. Dette skaper vanskeligheter i strategisk ledelse og beslutningstaking. Siden prosjektorganisasjoner ikke kan ha full oversikt over alle usikkerheter i tidlig fase, vil utfall av usikre forhold generere kompleksitet gjennom *emergence*. Forskjellige utfall av usikre forhold, skaper nye og uforutsatte situasjoner som prosjektorganisasjoner finner seg i, og må håndtere.

Usikkerhet skaper også negativ organisatorisk kompleksitet gjennom mistriksel og forvirring i prosjektorganisasjoner og kan påvirke relasjoner mellom involverte organisasjoner negativt.

En aktiv usikkerhetsstyring må starte før aktører involverer seg i prosjektet, og må ta utgangspunkt i kontrakter og andre avtaler som binder prosjektaktører til prosjektet.

Generelt legger informantene mye vekt på usikkerhet som et viktig fenomen i bygge- og anleggsprosjekter. De bekrefter også relasjonen til kompleksitet, men uten å ha en entydig mening om sammenhengen. Litteraturen er imidlertid klar på at usikkerhet er en kompleksitetsdriver.

### **4.2.3 Uforutsigbarhet**

#### **Empiri og resultater**

Uforutsigbarhet er knyttet til forhold som endrer seg, uten at endringen kan forutsies eller forventes. Informantene nevner værforhold, markedsendringer, kortsiktige prosjektaktører og ukjente prosjekttyper som eksempler på uforutsigbarhet.

Informantene påpeker konsekvenser som forvirring og forstyrrelser i prosjekter, spesielt for planlegging. I prosjekter med høy grad av uforutsigbarhet kan prosjektorganisasjoner miste troen på viktigheten av planlegging. Det kan føre til at planlegging i prosjekter blir mer symbolsk og kunstig, noe som skaper enda mer uforutsigbarhet.

#### **Analyse og diskusjon**

Uforutsigbarhet blir av informantene sett som nær relatert til prosjektkompleksitet. Uforutsigbarhet skaper komplekse beslutningsforutsetninger og påvirker resultater i stor grad. Kompleksitet som følge av uforutsigbarhet oppstår primært på grunn av *emergence*. Uforutsigbare elementer krever derfor kontinuerlig oppfølging og evaluering.

#### 4.2.4 Tempo

##### **Empiri og resultater**

Alle informanter mener tid er en viktig faktor i prosjekter, og at for høyt tempo på prosjektprosesser skaper problemer.

Tidspress og for høyt tempo skaper utfordringer, spesielt for modningsprosesser. Typiske modningsprosesser i prosjekter er prosjektering, design og valg av løsninger og byggemetoder. Disse prosessene er utviklingsprosesser som ofte skjer i form av «looper», som består av utvikling, testing, evaluering og modifisering. I slike prosesser skaper tidspress forstyrrelser som går ut over kvaliteten på prosesser og produkter. Et viktig moment her er at informasjon som kan være beslutningsgrunnlag i prosjekter, faller på plass mens prosjekter utvikles. Dårlig tid kan presse en til å ta beslutninger uten tilstrekkelig beslutningsgrunnlag, noe som fører til feilbeslutninger.

Mens tid er så viktig faktor for modningsprosesser, har det mindre betydning for enkle «gjøreoppgaver». Informantene uttaler: *«Å klage på dårlig tid i forbindelse med slike oppgaver er en dårlig unnskyldning.»*

Tidspress krever generelt bedre og mer detaljert planlegging og organisering. Ofte kan selve følelsen av dårlig tid skape feil og føre til ukloke handlinger. Informantene uttaler: *«Følelsen av dårlig tid skaper stress og fører ofte til feilhandlinger.»*

Noen informanter understreker imidlertid at også for mye tid er en byrde. For mye tid kan redusere planleggingsviljen og kan føre til at medarbeidere blir lei av å jobbe på et prosjekt.

##### **Analyse og diskusjon**

Informantene ser på tidspress som en kompleksitetsdriver, spesielt i forbindelse med modningsprosesser, som vanligvis er forbundet med en viss usikkerhet.

#### 4.2.5 Avhengighet

##### **Empiri og resultater**

Oppgaver og aktiviteter i prosjekter er inndelt i poster gjennom prosjektnekbrytningsstruktur. Denne oppdelingen verken fjerner eller håndterer avhengighet mellom aktivitetene. Informantene legger stor vekt på avhengighet som en viktig driver for prosjektkompleksitet.

Informantene peker på utfordringen i å se og oppdage alle avhengigheter i tidlige faser. Noen ganger ser ikke prosjekter enkelte avhengigheter tidlig nok. Slike avhengigheter

skaper store utfordringer i prosjekter. Informantene uttaler: «*Det er det du ikke ser, som er problemet.*»

Håndtering av avhengigheter i prosjekter krever naturligvis ressurser, kunnskap og kompetanse, noe prosjekter kan planlegge for, så lenge avhengighetene er kjente. Avhengigheter som er enkle å se, er ofte knyttet til kjente byggeprosesser. For eksempel i betongarbeid er det kjent at prosesser som forskaling, armering og støp er aktiviteter med en sekvensiell avhengighet. Forskaling skal vanligvis skje først, så armering og til slutt betongstøp. Et annet eksempel er at når arbeid med høye sjakter pågår, kan ikke andre bygningsdeler i nærheten av sjaktene bygges på grunn av fare for fallende gjenstander fra sjaktene. Dette er en samtidighetsavhengighet, da to aktiviteter ikke kan foregå samtidig på samme sted. Bygge- og anleggsprosjekter er fulle av slike kjente avhengigheter, som vanligvis blir håndtert av aktører i planleggingsprosesser.

Det er imidlertid andre avhengigheter som er vanskelig å se og dermed vanskeligere å håndtere. Et eksempel er avhengigheter som er knyttet til uforutsigbare forhold som endrer seg og danner nye avhengigheter man ikke har regnet med. Et eksempel er ved tunneldriving, da mange aktiviteter, som utkjøring av tunnelmasser, betongstøp, vann- og frostsikringsarbeider og montering av betongelementer, er avhengig av gjennomgang gjennom en tunnelåpning. Disse avhengighetene er i seg selv kjente og kan planlegges for, men det kan oppstå situasjoner under drift der en gitt kombinasjon av aktiviteter gir sikkerhetsutfordringer i form av fare for påkjørsel eller fare for at fallende gjenstander skal treffe folk i nærheten. Slike situasjoner kan oppstå enten på grunn av endringen i enkelte aktiviteter eller på grunn av uoversiktighet over gitte forhold i og ved tunnelen. I slike situasjoner ser prosjekter «plutselig» en ny avhengighetsmatrise under drift, som kan kreve replanlegging og skape utfordringer i form av forsinkelser eller kostnader. Disse ukjente avhengighetene som ikke kan forutsies, dukker vanligvis opp når mange samtidige aktiviteter skjer samme sted.

Ifølge informantene er det noen ganger vanskelig å overbevise andre aktører om noen avhengigheter som ikke er åpenbare, logiske eller i samsvar med tidligere erfaringer. Dette skaper diskusjoner og uenigheter. Informantene uttaler: «*Noen ganger er det vanskelig å bevise eller dokumentere hvorfor forskjellige ting henger sammen.*» Dette gjelder ofte tidskonsekvenser for nærliggende aktiviteter. Når fjellmasser i en tunnel består av flere bergarter og krever mer sortering enn først antatt, vil for eksempel flere andre aktiviteter enn tunnelmassehåndteringen bli forstyrret og gå saktere. Dette er en situasjon som er vanskelig å bevise og dokumentere, selv om den er reell.

Flere informanter uttaler at deres erfaring er at slike avhengigheter ofte oppdages for sent, noe som går ut over planleggingen og kan skape utfordringer med å overholde varslingsfrister som er fastsatt i kontrakter.

Utfordringer med uoversiktlige og uventede avhengigheter blir ofte håndtert ved å legge inn slingringsmenn i planer og ved å sette av ressurser, men erfaringsmessig er det vanskelig å treffe presist med disse tiltakene.

### **Analyse og diskusjon**

Nesten alt i prosjekter er en del av et stort nettverk av avhengigheter. I empirien er det tre typer avhengigheter som blir beskrevet: avhengighet som et komplisert fenomen, innbyrdes avhengigheter som er vanskelig å håndtere, og avhengigheten som er vanskelig å oppdage i tide og vanskelig å bevise og dokumentere.

Den første typen avhengigheter krever formalitet og profesjonalitet i prosjektarbeid. Avhengigheter som er oversiktlige og forutsigbare, er ofte kjente og håndterbare for erfarne aktører. Planleggingsverktøy fra prosjektledelsesfaget er ofte nok for håndtering av slike avhengigheter. Informantene viser til flere eksempler på slike avhengigheter i prosjekter og ser ikke store utfordringer med håndtering av dem. Disse avhengighetene kan ifølge Cynefyn-rammeverket håndteres etter «beste praksis» (Snowden & Boone, 2007).

Den andre typen er innbyrdes avhengigheter, som er vanlig i prosjekterings- og utførelsesfasen. I slike tilfeller er forskjellige fagdisipliner eller prosjektaktører avhengige av hverandre for å utføre arbeidet sitt. Denne typen avhengighet kan være en kompleksitetsdriver idet de skaper en strukturell og organisatorisk kompleksitet som må løses gjennom effektive og gode interaksjonsprosesser. Avhengighetene går på tvers av oppdelinger av prosjekter i faggrupper, disipliner og spesialiteter og går også på tvers av aktørorganisasjoner. De krever at medarbeidere fra forskjellige organisasjoner og forskjellige fagdisipliner kommer sammen og jobber som en gruppe – eller et team. Det kan skape organisatoriske utfordringer hvis ikke flere kvaliteter i organisasjonene, som kultur, interaksjon og relasjoner, er robuste og gode. *Virtual design and construction* (VDC), som er en metodikk som får mye oppmerksomhet i bygge- og anleggsbransjen, har utviklet et verktøy som kalles *integrated concurrent engineering* (ICE) for å håndtere slike avhengigheter. ICE innebærer å legge opp til regelmessige arbeidsmøter der forskjellige aktører samlokaliseres for å jobbe med konkrete oppgaver og problemstillinger. Hensikten er å sikre gode interaksjonsprosesser som samarbeid og samhandling og skape kjennskap, tillit og nettverk mellom prosjektaktører. På denne måten håndteres innbyrdes avhengigheter i prosjektene i større grad. Disse

avhengighetene må ifølge Cynefyn-rammeverket håndteres som kompliserte situasjoner med analyser og utarbeidelse av «god praksis».

Den tredje type avhengigheter som informantene peker på, er avhengigheter som er vanskelig å oppdage i tide og vanskelig å dokumentere. Disse avhengighetene er forbundet med usikkerhet og uforutsigbarhet. Små endringer i forhold eller omstendigheter rundt kan skape store endringer i avhengigheter og danne nye premisser for byggeprosesser. Når mange samtidige byggeprosesser er avhengige av hverandre og av gjennomgang i en tunnelåpning, kan små endringer i situasjonen rundt tunnelen – som annerledes fjellmasser i nærheten enn antatt – skape store konsekvenser for alle byggeprosessene. Dette kan forstås som sensitiv avhengighet av initialbetingelsene, som kompleksitetsteorien har definert som et kompleksitetsaspekt. Ifølge empirien skyldes ikke kompleksitet som bunner i disse avhengighetene, bare usikkerhet og uforutsigbarhet som er knyttet til dem, men også et stort antall elementer som er innbyrdes avhengige, som skaper kompleksitet slik Baccarini (1996) beskriver det.

Disse typene avhengighet er kompleksitetsdrivere, idet de kan skape komplekse situasjoner som ikke kan forutsies. Informantene opplever at slike avhengigheter ofte oppdages for sent, noe som også er en kompleksitetssegenskap. Lineær tilnærming og formaliteter fra det tradisjonelle prosjektledelsesfaget kan vanligvis ikke brukes for å håndtere slike avhengigheter. Det kan heller ikke verktøy fra metodikker som VDC og *Last Planner*. Disse avhengighetene må ifølge Cynefyn-rammeverket håndteres som komplekse situasjoner basert på erfaringer og magefølelse, der man i prosjekter prøver løsninger man tror vil fungere, og følger nøye med og korrigerer underveis etter behov.

Det er viktig at prosjekter kartlegger avhengigheter og skiller mellom avhengighetstyper, som ifølge Cynefyn-rammeverket krever forskjellig håndtering.

#### 4.2.6 Endringer

##### **Empiri og resultater**

Bygge- og anleggsprosjekter er preget av store og små endringer i alle prosjektfaser. Informantene viser til fire vanlige årsaker til endringer i prosjekter:

- Endringer kan skyldes at beskrivelser og andre prosjektunderlag ikke er gjennomtenkt og inneholder feil som oppdages og rettes opp i utførelsesfasen.
- Noen ganger blir viktige interessenter ikke involvert i prosjektutviklingsfasen. Deres interesser blir derfor innarbeidet i senere prosjektfaser gjennom endringer. Et typisk eksempel på slike interessenter er leietagere til kontorbygg.

- Viktig informasjon i prosjekter faller på plass mens prosjekter utvikles. Dette betyr at deler av prosjektutviklingen er basert på antagelser. Endringer oppstår når virkeligheten i senere prosjektfaser ikke er som antatt.
- Prosjekter inkluderer en del modningsprosesser, som foregår i looper. Endringer i utførelse skjer når modningsprosesser skjer parallelt med utførelse.

Informantene har generelt fokus på negative effekter av endringer i prosjekter. Flere av informantene mener at vi gjør endringer fordi vi tror ting blir enklere, billigere eller raskere, men det motsatte ofte er tilfelle; helheten blir vanskeligere, dyrere eller mer tidkrevende. Informantene uttaler: «*Prosjektsuksess blir mest av alt forstyrret av endringer.*» Noen informanter er likevel klare på at noen endringer er helt nødvendige, for eksempel når åpenbare feil rettes opp.

En av de negative påvirkningene av endringer i prosjekter er effekten av endring på avhengighetsmatriser og endring av grensesnitt mellom fag. Erfaringer viser at det er svært utfordrende å fange opp alle konsekvenser og ringvirkninger av en endring. Dette fører som regel til diskusjoner og uenigheter mellom prosjektaktører.

Det er generelt lettere å bli enige om hva som er en endring, enn å bli enige om konsekvenser av endringer. Direkte konsekvenser, som økning i volum og tilleggsaktiviteter, er entydige, mens andre konsekvenser, som forsinkelse og forstyrrelse av andre aktiviteter, ofte er vanskelig å argumentere for og vanskelig å dokumentere. Flere av informantene mener en analyse kreves for å fange opp endringer og alt det de medfører, men resultatet av en slik analyse er også usikker. Eksempel på konsekvenser som er vanskelig å fange opp, er når endringer i en aktivitet gjør at effektiviteten til gjennomføring av selve aktiviteten eller av andre aktiviteter blir redusert.

Avgjørende faktorer for hvor omfattende endringskonsekvenser blir, er mengden endringer, hvor radikale endringene er, og hvor sent i prosessen de kommer. Store endringer som kommer i prosjekters utførelsesfase, skaper større forstyrrelser enn endringer som kommer i tidlige faser.

Det finnes flere mekanismer som har som hensikt å regulere og begrense endringer i prosjekter. Eksempler er beslutningsplaner med delfrister, oppdeling av prosjekter i faser med kontrollpunkter i slutten av faser og andre lignende tiltak. Ifølge flere informanter fanger disse mekanismene ikke opp alt i praksis.

### **Analyse og diskusjon**

Omfattende endringer i prosjekter viser at den sekvensielle tilnærmingen til prosjekter – definering, prosjektering, planlegging og utførelse – ikke gjenspeiler virkeligheten.



Løsninger og premisser i prosjekter modner mens prosjekter blir utført, noe som i praksis betyr at de fire ovennevnte prosjektfasene integreres.

Endringer er kompleksitetsdrivere fordi de skaper konsekvenser som ikke kan forutsies. På grunn av omfattende avhengighetsmatriser i prosjekter er det utfordrende å fange opp alle konsekvenser som endringer medfører. Dette skaper en situasjon av uklare årsak–konsekvens-sammenhenger knyttet til endringer. Omfattende endringer skaper også *emergence*, siden nye elementer vokser ut av endringene.

Informantenes erfaring viser at preskriptive tiltak i form av systemer og rutiner for både begrenning av endringer og for håndtering av endringer som gjennomføres, ikke løser kompleksiteten som skapes av endringer.

### 4.3 Del 3: Effekten av organisatoriske kvaliteter

Et sentralt spørsmål i empirien var sammenhengen mellom organisatoriske kvaliteter og prosjektkompleksitet. Effekten av organisatoriske kvaliteter på prosjektkompleksitet ble drøftet gjennom dette spørsmålet, men ble også jevnlig nevnt ved drøfting av andre spørsmål om kompleksitetsfaktorer og -drivere. En oppsummering av svarene presenteres nedenfor.

#### 4.3.1 Organisasjoner som en kilde til kompleksitet

##### **Empiri og resultater**

Flere informanter trekker frem menneskelige aspekter og mellommenneskelige forhold som en kilde til kompleksitet. Informantene uttaler: «*Menneskelige systemer er vanligvis uforutsigbare og usikre; når du får mennesker inn i bildet, blir det komplekst; misforståelse mellom mennesker skaper kompleksitet.*» De nevner flere organisatoriske kvaliteter, som språk, kultur, ledelse, konkurranse, kommunikasjon og koordinering, som kompleksitetskilder i prosjekter.

Informantene har blant annet fokus på relasjoner og tillit i prosjekter som kompleksitetsfaktor. Når miljøet i prosjekter er preget av tillit og samarbeid, går prosjekter bedre fremover, og flere utfordringer løses enklere. I prosjekter som er preget av konflikter, blir nesten alt problematisk. Unødvendige utfordringer dukker opp, og prosesser fungerer ikke som de skal. Dette gjelder spesifikt konflikter mellom aktører og konflikter i prosjektledelsen. I den forbindelsen viser en informant til to prosjekter med forskjellige arbeidsmiljøer og forskjellige resultater. Det ene prosjektet har bestått av en sammensveiset gjeng som har jobbet sammen i lang tid og i flere prosjekter. Arbeidsmiljøet og prosjektresultatene har vært veldig bra. I det andre prosjektet har ledelsen bestått av nye folk, som har vært interessert i å «rykke opp et hakk» og vise at

de kan mest. Konsekvensen har vært dårlig arbeidsmiljø, dårlig fungerende prosesser og et mislykket prosjekt.

Interaksjonsprosesser blir også trukket frem som kritisk. Samarbeid og samhandling er avgjørende for å finne gode løsninger i prosjekter. Prosjekter som ikke har ryddige prosesser i organisasjonen, ender opp ofte med kaos. Selv om mye innsats blir lagt inn i prosjektet, vil effekten bli borte.

### **Analyse og diskusjon**

Litteraturen fremhever menneskelige systemer som komplekse systemer.

Uforutsigbarhet og usikkerhet som er knyttet til menneskenes følelser og relasjoner, er de viktigste årsakene til denne kompleksiteten. Informantene bekrefter dette gjennom hele empirien og viser til flere eksempler der kompleksitet skapes på grunn av organisatoriske forhold. Håndtering av prosjektkompleksitet bør derfor innebære også håndtering av organisatoriske kvaliteter, både formelle og uformelle kvaliteter.

#### **4.3.2 Organisatoriske kvaliteter som forutsetning for håndtering av prosjektkompleksitet**

##### **Empiri og resultater**

Informantene ser organisatoriske kvaliteter som en forutsetning for håndtering av kompleksitet. Kvaliteter som kommunikasjon, samhandling, tillit, organisasjonskultur, ledelse, teamarbeid og teamfølelse, selvorganisering, struktur og motivasjon blir nevnt som viktige – og noen ganger kritiske – faktorer for at prosjektorganisasjoner skal være i stand til å håndtere kompleksitet.

Det blir sagt at «*det er menneskene som skal håndtere alt i prosjekter*». Den menneskelige og den sosiale kapitalen er avgjørende for hvorvidt kompleksitet kan håndteres i prosjekter. En god organisasjon med gode organisatoriske kvaliteter får det beste ut av sine medarbeidere og er bedre rustet til å løse kompleksitet.

Informantene viser til flere tilfeller der prosjekter med store tekniske og strukturelle utfordringer er blitt håndtert godt av medarbeidere og ledelse som har stått sammen og ytt ekstra.

##### **Analyse og diskusjon**

Samtidig som mennesker i prosjektorganisasjoner er en kilde til kompleksitet, er de menneskelige og mellommenneskelige kvalitetene et virkemiddel for håndtering av kompleksitet. Gode interaksjonsprosesser, kultur og gode relasjoner og nettverk er blant de viktigste virkemidlene for håndtering av prosjektkompleksitet.

Litteraturen viser til at kompleksitet ikke alltid er negativt. Hvis kompleksitet er riktig påført, kan det virke til prosjekters fordel. Det er i praksis dette vi prøver å gjøre når vi lager organisasjoner. En organisasjon er per definisjon et komplekst system av mennesker som bevisst opprettes for å håndtere store oppgaver. Hensikten er at kompleksiteten organisasjoner medfører, skal være en positiv kompleksitet som kompenserer for tekniske og strukturelle negative kompleksiteter.

Historien viser at mennesker på jordkloden har vært i kontinuerlig utvikling gjennom hele historien, dog med forskjellige hastigheter. Det er også flere vendepunkter som markerer fundamentale endringer i historien. Ett vendepunkt var da mennesker begynte å organisere seg. Det er det vendepunktet som har medført de største endringene i verdenshistorien. Forklaringen er den positive kompleksiteten «vellykkede organisasjoner» har medført.

### 4.3.3 Forståelse av kompleksitet som et relativt fenomen

#### **Empiri og resultater**

Alle informantene er enige om at prosjektkompleksitet er et relativt fenomen – et resultat av forskjellige forutsetninger for håndtering av kompleksitet hos forskjellige organisasjoner. Informantene sier: «*Det som er komplekst for noen er ikke nødvendigvis komplekst for andre.*»

Informantene legger stor vekt på kunnskap og erfaringer. Det organisasjoner ikke har erfaringer med, er naturligvis komplekst for dem. Et eksempel som blir vist til, er mindre aktører som er spesialisert på en type oppgave, som armeringslegging. De er ofte mer effektive og takler tidspress og endrede forutsetninger bedre enn fagarbeidere i større firmaer som driver med mange forskjellige typer aktiviteter.

#### **Analyse og diskusjon**

Gjennom hele empirien blir organisatoriske kvaliteter trukket frem i relasjon til prosjektkompleksitet. Kommunikasjon, samhandling, tillit, ledelse, kunnskap, struktur, motivasjon, IKT-plattformer og styringssystemer er blant temaer som blir nevnt jevnlig i intervjuene. Felles for disse temaene, og for organisasjonsfaget generelt, er at mennesker er i sentrum for både problemstillinger og løsninger.

Kompliserte og komplekse situasjoner i prosjekter må håndteres av mennesker og organisasjoner. Menneskelige og mellommenneskelige kvaliteter er derfor en forutsetning for å løse utfordringer i prosjekter. De menneskelige og mellommenneskelige kvalitetene skaper samtidig kompleksitet. Denne kompleksiteten er i denne oppgaven kalt for *relativ kompleksitet*. Relativ kompleksitet er brukt som et begrep for menneskelig og

organisatorisk kompleksitet i prosjekter. Disse forholdene er relative forhold og er knyttet til involverte aktører i prosjekter – ikke til prosjektprodukter eller -systemer.

#### 4.3.4 Aktørkompleksitet

##### **Empiri og resultater**

Informantene trekker frem aktørkompleksitet som et viktig tema i prosjektkompleksitet. *Aktører* viser i denne sammenhengen til prosjektaktører som er direkte involvert i prosjekter, ikke til interessenter og andre eksterne aktører. Oppgavedeling mellom aktører og klare grenser for deres ansvar og myndighet blir trukket frem som viktige faktorer. Noen informanter nevner antall involverte aktører i prosjekter og antall ledd i aktørers organisasjoner som en kilde til kompleksitet. Informantene ser også på kommunikasjon og tillit mellom aktører som et kritisk forhold.

Flere informanter påpeker viktigheten av gode relasjoner mellom prosjektaktører. De viser også til langsiktighet i relasjoner mellom aktører som et grep for å redusere aktørkompleksitet. Langsiktighet fremmer samarbeidsvilje, løsningsorientering og redelighet hos aktørene og skaper et bedre klima i prosjekter. Et eksempel som vises til, er at prosjekter for flergangskunder oftere oppnår suksess enn prosjekter for engangskunder.

##### **Analyse og diskusjon**

Aktørkompleksitet kan forstås som en strukturell og organisatorisk kompleksitet som vokser frem, og er relatert til antall aktører, antall ledd i aktørorganisasjoner, hierarkier og formaliteter, strategier og organisasjonskultur. Disse kvalitetene vil påvirke kommunikasjon, samhandling og tillit mellom aktører i prosjekter og kan ha avgjørende effekt på prosjektsuksess.

En annen viktig kilde til aktørkompleksitet er interessekonflikter og forskjellige mål som aktørene kan jobbe for. Litteraturen viser til tvetydighet i betydning av prosjektsuksess og -mål. En årsak til dette er at prosjekter ikke er så konkrete som de forutsettes. En annen årsak er kompleksitet i prosjektmål som kan ses fra forskjellige perspektiver. Dette medfører forskjeller i aktørenes interesser og kan skape interessekonflikter.

Bransjen har testet en rekke tiltak for å håndtere interessekonflikter, blant annet en ny kontraktsform som kalles *integrated project delivery* (IPD).

#### 4.4 Del 4: Kjernefag

Alle informantene ser kompleksitetsspørsmålet som viktig i større, komplekse prosjekter, men flere informanter viser til andre forutsetninger for å lykkes med prosjekter. Det blir blant annet sagt: «*Det handler ikke bare om kompleksitet. Vi har andre utfordringer*

også.» Informantene peker spesifikt på tre fag som viktige for prosjektsuksess: *tradisjonell prosjektledelse, forretningsforståelse* og *juss*. Fagene blir ikke lansert som et alternativ til kompleksitetshåndtering, men som et tillegg til det.

#### 4.4.1 Tradisjonell prosjektledelse

##### **Empiri og resultater**

Flere informanter mener det fortsatt er behov for tradisjonell prosjektledelse, og ikke minst usikkerhetsstyring, som er et viktig verktøy for å avdekke mangler og farer i prosjekter. Informantene mener vi generelt kan bli bedre på å bruke verktøyene fra tradisjonell prosjektledelse. Prosjektledelsesfaget kan ifølge flere informanter skape ryddighet og systematikk i prosjekter og bidra til bedre dokumentasjon av prosjektprosesser og -produkter. Dette er et behov som ikke kan dekkes av systematisk håndtering av prosjektkompleksitet. Informantene viser til eksempler på prosjekter der man kunne unngå store utfordringer ved å bruke verktøy fra prosjektledelsesfaget, som verktøy for målanalyse og interessentanalyse.

##### **Analyse og diskusjon**

Tradisjonell prosjektledelse har gode verktøy for å håndtere både enkle og kompliserte forhold i prosjekter. Verktøyene kan skape ryddighet og formalitet, som bidrar til mindre friksjon mellom prosjektaktører.

Verktøyene bidrar samtidig til å skape god dokumentasjon og skriftlighet i prosjekter, som er svært nødvendig i tilfeller av uenighet mellom aktører. Det er derfor svært viktig å bruke prinsipper og relevante verktøy fra prosjektledelsesfaget i prosjekter. Ifølge empirien brukes prosjektledelsesfaget i prosjektgjennomføring i varierende grad, noe som ofte skaper utfordringer. Etter min vurdering er det viktig at dette faget får en plass i modellen.

#### 4.4.2 Forretningsforståelse

##### **Empiri og resultater**

Noen få informanter trekker frem god forretningsforståelse i prosjekter som en faktor for prosjektsuksess. God forretningsforståelse blir beskrevet som økt evne til å ta ut det «fulle potensialet» i prosjekter. Informantene uttaler: *«Det handler om god kommersiell forståelse, å gjøre seg attraktiv for kunder, å få planer og produktbeskrivelse til å være i samsvar med måten man ønsker å bygge på, å få valgene til å falle slik at det passer for den effektive gjennomføringen man er god på, og å jobbe kundeorientert.»*

Denne typen kompetanse er noe annet enn teknisk kompetanse, som er nødvendig for gjennomføring av byggeprosesser, men blir trukket frem som minst like nødvendig for prosjektsuksess.

### **Analyse og diskusjon**

Tradisjonell forretningsforståelse er en svært viktig faktor i prosjekter. Kompleksitet kan oppstå fordi prosjektledelsen må holde to tanker i hodet samtidig – den tekniske og den kommersielle siden av alle saker i prosjektet.

Sammen med prosjektledelsesfaget er forretningsforståelse plassert som et kjernefag i prosjekter. Forretningsforståelse gir verktøy som bidrar til å ivareta den kommersielle delen av prosjekter. Faget handler ikke bare om å ha kontroll over kostnader, men omfatter også mange andre aspekter, som kundebehandling, strategier, forretningsmodell og forretningsplaner.

Ingeniører har vanligvis ikke dette faget som hovedfag. Det kan derfor bli mindre vektlagt i mange tilfeller. Sviktende forretningsforståelse i prosjekter vil ha store økonomiske og driftsmessige konsekvenser for prosjekter.

Ikke alle informanter i empirien legger like stor vekt på dette faget, men nesten alle er enige om at faget burde brukes mer.

#### **4.4.3 Juss**

##### **Empiri og resultater**

De fleste informanter er klare på at i konflikter mellom prosjektaktører er det retten som avgjør utfall, ikke «rettferdighet» eller «sunn fornuft». God forståelse for prinsipper og mekanismer i juss er derfor viktig for prosjektsuksess. Informantene uttaler: *«Det er viktig at vi har en positiv innstilling til jussen; det er viktig å ha interesse for jussen.»* De fleste informantene mener dette er noe vi kan bli bedre på, og at det kan ha en positiv effekt på prosjekter.

##### **Analyse og diskusjon**

Informantenes erfaringer viser viktigheten av juridisk kompetanse og forståelse i alle ledd i prosjektorganisasjoner. God forståelse av juridiske forutsetninger og krav er nødvendig for å håndtere oppgaver som kommunikasjon, dokumentasjon og andre formaliteter i prosjekter på riktig måte.

# 5 Noen drøftinger, konklusjon og utvikling av en ny kompleksitetsmodell

I denne delen av oppgaven drøfter jeg oppgavens problemstilling og bakgrunn og presenterer en kompleksitetsmodell som gjenspeiler forståelsen av prosjektkompleksitet basert på arbeidet i oppgaven. Modellen utgjør, sammen med noen refleksjoner, oppgavens konklusjon.

## 5.1 Bakgrunnen for kompleksitet i prosjekter

Prosjektarbeid er den dominerende arbeidsformen i bygge- og anleggsbransjen (Aarseth et al., 2015), med noen små, unntak som prefab- og elementproduksjon, som er delvis basert på fabrikkproduksjon. Suksessgraden i bygge- og anleggsprosjekter er varierende. Noen prosjekter oppnår suksess, mens andre mislykkes. Denne utfordringen har naturligvis mange ulike årsaker, blant annet knyttet til prosjektmål og definisjon av prosjektsuksess.

Litteraturen og empirien trekker frem tre aspekter ved prosjektmål som skaper utfordringer i prosjekter:

- Prosjektledelsesfaget definerer forskjellige mål for prosjekter, som resultatmål, effektmål og samfunns mål (Rolstadås, 2014). Fra et entreprenørperspektiv handler prosjektmål om resultatmål, som vanligvis uttrykkes med å levere prosjekter innenfor gitte tids-, kvalitets- og kostnadsrammer. Andre aktører, som eiere og byggherrer, er naturligvis opptatt av effektmål, som går på å levere prosjekter som skaper tilsiktet effekt. Aktører som myndigheter og offentlige organer kan være eiere eller interessenter i prosjekter og er vanligvis opptatt av samfunnsmessige effekter av prosjekter, som går på nytten storsamfunnet har av prosjektene. Disse målene blir noen ganger preget av motsigelser. I slike situasjoner dukker utfordringer opp i form av misfornøyde prosjektaktører eller interessenter, som kan redusere motivasjon og skape konflikter i prosjekter.
- Den andre utfordringen med mål er usikkerhet knyttet til resultatmål, som ofte er mer komplekst enn oppnåelse av tidsfrister, kvalitet og kostnadseffektivitet. I praksis er disse tre kriteriene avhengige av andre premisser, slik at definering av resultatmål blir sammensatt og komplekst (Klakegg, 2010).
- Oppdeling av prosjektarbeid på mange aktører kan skape interessekonflikter og motsigende mål. Prosjekteiere og byggherrer har et overordnet mål om å redusere totalkostnadene og å få utført prosjektene med lavest mulige kostnader, mens kommersielle aktører i prosjekter kan ha som mål å tjene på sin virksomhet

i prosjekter. Dette kan føre til at aktører i samme prosjekt jobber mot delvis forskjellige mål.

Å definere prosjektsuksess er derfor forbundet med usikkerhet og tvetydighet. I empirien bekrefter informantene denne tvetydigheten, da de fleste beskriver prosjektsuksess som å ta ut «det fulle potensialet» i prosjekter. «Det fulle potensialet» er bundet med en viss usikkerhet og kan ikke beskrives med noen enkle tall. Tvetydigheten i prosjektmål og -suksess er én av mange utfordringer i prosjekter.

Litteraturen om kriser i prosjekter viser til flere typer kriser som prosjekter blir utsatt for. Felles for disse krisene er at de ikke blir håndtert tidlig nok, og de dukker opp som en overraskelse, selv om de som regel er foranlediget av signaler som burde vært fanget opp av prosjektorganisasjonen (Klakegg, 2010; Loosemore, 1999, 2000). Erfaringer viser at prosjektorganisasjoner mange ganger ikke klarer å fange opp viktige signaler og ikke klarer å forstå prosjektsystemer på en god nok måte, noe som kan skape krisetilstander i prosjekter.

## 5.2 Å forstå prosjektsystemer

Prosjektledelsesfaget ser på prosjekter som åpne systemer i kontinuerlig interaksjon med sine omgivelser. Faget har derfor utviklet flere verktøy for håndtering av prosjektkontekst, som verktøy for interessentanalyse. Usikkerhet og uforutsigbarhet i prosjekter er også et tema som prosjektledelsesfaget i økende grad er opptatt av. I forbindelse med usikkerhetsstyring er det utviklet flere metodikker og verktøy som har som mål å finne og håndtere usikkerhet.

Kompleksitetsteorien, som er utviklet fra studier av natur, matematikk og levende systemer, går enda lengre enn prosjektledelsesfaget og åpen systemteori og erkjenner at systemer – som kan defineres som komplekse – av natur delvis er styrt av tilfeldigheter. Forhold som ekstrem uforutsigbarhet, (*emergence*) og store mengder innbyrdes avhengigheter er blant de viktigste driverne som gjør prosjektsystemer komplekse.

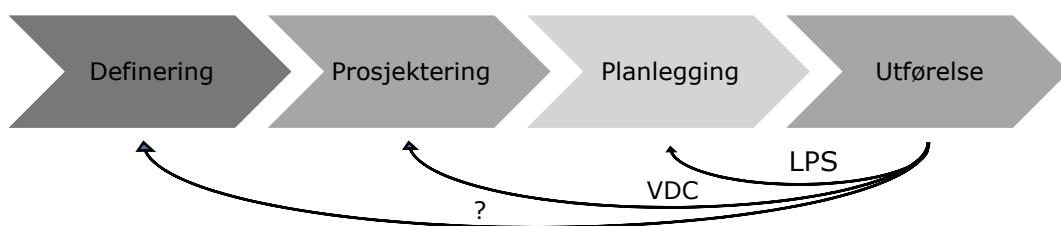
Å forstå prosjekter som komplekse systemer innebærer en erkjennelse som vil endre mange etablerte paradigmer i tradisjonell prosjektforståelse. Nedbrytning av prosjekters helhet gjennom en prosjektnekbrytningsstruktur (PNS) er ett av prinsippene som blir utfordret av denne forståelsen. Her er det en grunnleggende forskjell mellom tradisjonell forståelse av prosjekter og forståelse av prosjekter som komplekse systemer. Er et prosjekt komplekst, kan den ikke brytes ned for å forstås, fordi helheten i et komplekst system ikke er lik summen av enkeltdelene. Komplekse prosjekter kan fortsatt deles opp i prosjektdeler, aktiviteter og poster av rent praktiske årsaker, men man må være forberedt på store avvik mellom helheten og summen av prosjektdelene. Dette gjelder



blant annet gjennomføringstid og kostnader, som ikke kan baseres på en matematisk oppsummering av prosjektdeler i prosjektnedbrytningsstruktur.

Informantene viser til flere eksempler der helheten ikke var lik summen av enkeltdelene. Prosjekter deles vanligvis opp i oppgaver. En oppgave er delt opp i aktiviteter, som kalles for poster. Kostnaden for oppgaven er satt som summen av kostnadene til alle postene. Noen ganger opplever man at totalkostnaden i prosjekter blir noe annet enn summen av kostnadene for aktivitetene, selv om disse aktivitetskostnadene er priset «riktig» i henhold til tidligere erfaringer. I etterkant kan man ikke alltid vise til hva eksakt som har ført til ekstra kostnader. Det blir som regel en historie som beskriver prosessen som skjedde, og resultatene som oppsto. Hvis samme aktivitet gjentas, kan det bli en annen historie som blir skapt. Slike situasjoner blir vanligvis forklart i etterkant, men ikke grundig forstått.

Et annet prinsipp i tradisjonell prosjektledelse som blir utfordret av kompleksitetsteori, er prinsippet om inndeling av prosjekter i faser. Prosjektledelsesfaget deler inn prosjekter i faser, vanligvis henholdsvis *definering*, *prosjektering*, *planlegging* og *utførelse*. Dette er en linearitet som har vist seg å ikke gjenspeile byggeprosesser i praksis. Lean-baserte metodikker som *Last Planner System* (LPS) har sørget for integrering av planlegging og utførelse, to faser med mye innbyrdes avhengighet. Andre metodikker, som *Virtual design and construction* (VDC), legger opp til integrasjon av prosjektering i tillegg, hovedsakelig ved å erstatte parallell prosjektering med integrert prosjektering (L. Andersen, 2016).



Figur 16 Prosjektfaser i tradisjonell prosjektledelse

Det ingen av metodikkene håndterer, er utskilling av identifiseringsfasen fra resten av prosjektfasene. Informantene viser til eksempler der prosjekter i utførelsesfaser har blitt påført endringer som førte til 30–50 % overskridelse av prosjektstørrelsen. Dette betyr i praksis at man står overfor et nytt prosjekt, med ganske ulike egenskaper enn det som har vært planlagt i utgangspunktet. Kompleksitetsteori gir en forklaring på slike enorme avvik mellom det man har tenkt i prosjektidentifiseringsfasen, og virkeligheten som viser seg i etterkant. I komplekse prosjekter er helheten umulig å definere i en tidlig fase, fordi konsekvenser av hendelser og aktiviteter kommer forsinket i tid, og det oppstår (*emergence*) – fremvekst av noe nytt –, som gir prosjekter nye egenskaper og nytt

omfang. Forholder i komplekse prosjekter er i tillegg preget av ekstrem uforutsigbarhet og sensitiv avhengighet av initialbetingelser. Med slike egenskaper kan prosjekter bli noe annet enn det som er tenkt i en tidlig prosjektfase. Komplekse prosjekter bør derfor designes med rom for redefinering basert på faktiske utfall av komplekse forhold.

De ovennevnte kompleksitetsegenskapene forklarer det bransjen i dag kaller for «plunder og heft»-situasjoner. De forklarer også store sprik mellom anbuds- og tilbudssummer. Forskjellige anbuds- og tilbudsteam kan se komplekse prosjekter på forskjellige måter og priser derfor prosjektene forskjellig. Dette skjer når komplekse prosjekter behandles som kompliserte prosjekter. I slike anbuds- og tilbudsprosesser har ingen av teamene gjort feil, samtidig som ingen har rett. Det er bare tilfeldighetene som bestemmer hvilket tilbud som vil være nærmest de faktiske kostnadene, som ikke viser seg før prosjektene er ferdigstilt.

Disse kompleksitetsegenskapene kan gi en forklaring på mange kriser i prosjekter og på fenomenet med tap av gevinst fra forbedringsarbeider i bransjen. Det er ingen tvil om at forbedringsarbeider medfører en gevinst, men det er bare ikke-komplekse prosjekter, eller komplekse prosjekter som er behandlet som komplekse, som kan merke gevinsten.

### 5.3 En ny kompleksitetsmodell

Teorigjennomgangen og empiriarbeidet i oppgaven tilsier at det er grunnleggende behov for en profesjonell håndtering av prosjektkompleksitet, basert på kompleksitets- og organisasjonsteori, i tillegg til prosjektledelsesfaget. Et mål i mitt arbeid var å konstruere en kompleksitetsmodell som ivaretar dette behovet.

Kompleksitetsmodellen er ment som en analytisk modell for analyse og evaluering av prosjektkompleksitet og håndtering av komplekse situasjoner i forskjellige prosjektfaser. Modellen er også ment som en felles mental modell som representerer en felles forståelse i organisasjoner. På denne måten er modellen ikke bare et verktøy for prosjektledelse, men også en mental ramme og en forståelse som blir akseptert og brukt av organisasjoner.

En slik modell skal være helhetlig og dekkende. Den skal også være konkret og tydelig, samtidig som den er fleksibel og kan tilpasses enkelte organisasjoner, prosjekter og situasjoner. Det er viktig at kompleksitetsmodellen inneholder de viktigste temaene som påvirker og styrer kompleksitet i prosjekter. Modellen skal samtidig gi en form for sortering og klassifisering av disse faktorene og skal være en visuell struktur som er enkel å både håndtere og huske.

Kompleksitetsmodellen som foreslås i denne oppgaven, er inndelt i tre hoveddeler: *kjernen, kompleksitetsringene og den organisatoriske ringen.*

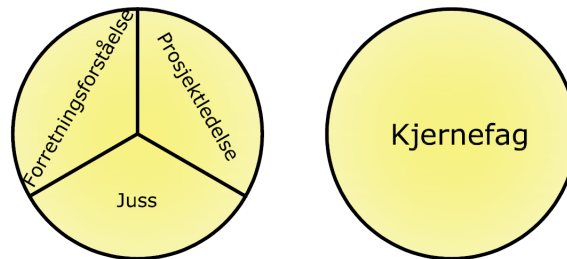
Alle delene blir presentert nedenfor.

### 5.3.1 Kjernen i modellen

Kjernen i modellen er fagene som prosjekter trenger å ha en preskriptiv tilnærming til.

Den består av tre kjernefag: prosjektledelse, forretningsforståelse og juss.

Prosjektledelse og prosjektorganisasjoner trenger kjennskap til og kunnskap om disse tre fagene uansett hvor komplekse prosjektene er.



Figur 17 Kjernen i kompleksitetsmodellen

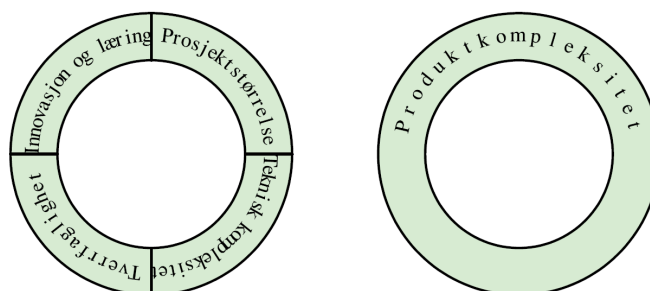
### 5.3.2 Kompleksitetsringene

Kompleksitetsringene består av tre typer kompleksitetsfaktorer: *produktkompleksitet*, *ekstern kompleksitet* og *systemkompleksitet*, i tillegg til en fjerde ring: *kompleksitetsdrivere*.

#### 5.3.2.1 Den første ringen: produktkompleksitet

Den innerste ringen er kalt for *produktkompleksitet*. Produktkompleksitet inkluderer fire temaer som er nær knyttet til prosjektprodukter: *prosjektstørrelse*, *teknisk krevende prosjektprodukter (eller teknisk kompleksitet)*, *prosjektprodukter som krever innovasjon og læring*, og *tverrfaglighet*.

Disse temaene kan skape kompleksitet som påvirker prosjektsuksessen. Siden forholdene er knyttet til produkter som prosjekteier sitter igjen med, er det naturlig at aktører som prosjekteier og byggherrer har stor interesse for denne delen av prosjekter. Prosjekterende og utførende aktører bør se på slike forhold som en mulighet for konkurransedyktighet og konkurransefortrinn.



Figur 18 Ring 1, produktkompleksitet

Nedenfor gis en oppsummering av faktorer i produktkompleksitet og deres betydning for kompleksitet basert på empiri og analyse.

<b>Produktkompleksitet</b>
<p><b>Prosjektstørrelse</b></p> <p>Hovedårsaken til kompleksitet knyttet til prosjektstørrelse er økt mengde av innbyrdes avhengighet. Dette er tilfelle når økt prosjektstørrelse er kombinert med økt omfang. Økt prosjektstørrelse med økt repetisjonsgrad har motsatt effekt på grunn av den positive gjentakelseeffekten den medfører. Store mengder avhengigheter og mange mulige løsninger skaper utfordringer med å se helheten. Det kan også skape (<i>emergence</i>) som konsekvens av uforutsette kombinasjoner av aktiviteter. I tillegg er det en rekke organisatoriske kompleksiteter som er knyttet til store prosjektorganisasjoner som går på koordinering, struktur, relasjoner og nettverk.</p> <p>Prosjektstørrelse skaper også strukturell kompleksitet gjennom økt formalitet og tettere oppfølging av toppledelse i mororganisasjoner.</p> <p>Generelt er det fire aspekter som skiller store prosjekter fra andre prosjekter:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- behov for mer omfattende ledelse som ligner mer på selskapsledelse enn vanlig prosjektledelse</li><li>- større og mer sammensatt organisering som krever kompetanse i organisasjonsfaget</li><li>- mer omfattende planleggingsprosesser og beslutningsstrukturer på grunn av økt innbyrdes avhengigheter</li><li>- mer omfattende risikobilde med større konsekvenser</li></ul>
<p><b>Teknisk kompleksitet</b></p> <p>Det er tre forhold som primært skaper teknisk kompleksitet:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- grunnforhold – kompleksitet skapes av usikkerhet knyttet til skjulte forhold i bakken og strukturell og organisatorisk kompleksitet knyttet til allokering av geoteknisk og geologisk kompetanse i prosjekter gjennom alle faser</li><li>- spesielle geometriske og arkitektoniske uttrykk – kompleksitet skapes av usikkerhet knyttet til konsekvenser av spesielle geometriske og arkitektoniske uttrykk</li><li>- tekniske installasjoner i bygg – kompleksitet skapes av usikkerhet og uforutsigbarhet knyttet til tekniske installasjoner som ikke er brukt og testet i tilstrekkelig grad på forhånd</li></ul>
<p><b>Innovasjon og læring</b></p>

Den iboende uforutsigbarheten til innovasjon og læringsprosesser er hovedårsaken til kompleksitet knyttet til disse temaene. Innovasjon krever at folk tør å tenke utenfor boksen, går bort fra trygge, kjente løsninger og skaper nye løsninger. Dette krever organisatoriske kvaliteter som tillit og samarbeid samt frihet og flat struktur. Det er også strukturelle forutsetninger som må være på plass, som mulighet for samarbeid på tvers av prosjekter og organisatoriske enheter og riktige kontraktsformer som muliggjør og utfordrer for innovasjon.

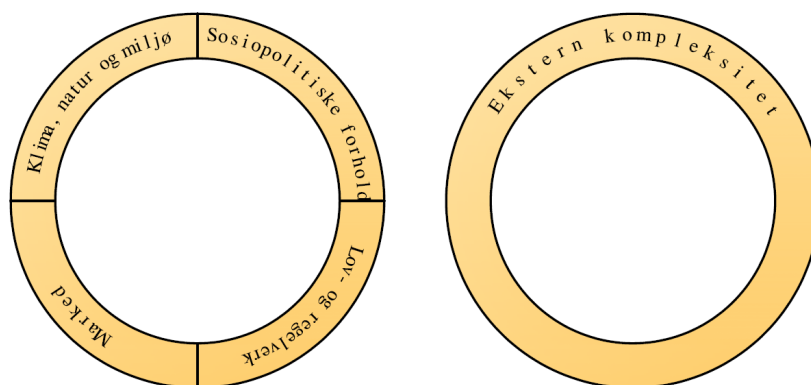
Innovasjon og læring kan bidra til redusert organisatorisk kompleksitet ved å øke trivselen i prosjektorganisasjoner.

### Tverrfaglighet

Kompleksitet fra tverrfaglighet skyldes hovedsakelig innbyrdes avhengighet mellom fagdisipliner som krever samarbeid og samhandling. Hvis den innbyrdes avhengigheten blir for stor, vil fenomener som (*emergence*) og onde fraktaler kunne oppstå, noe som skaper kompleksitet. Koordinering av fagenes bidrag for å skape en god helhet er en kompleks oppgave, ikke minst når det gjelder optimalisering av løsninger. Tverrfaglighet blir ofte løst med omfattende verktøy og metodikker som gir hjelp, men skaper strukturell kompleksitet i form av behov for opplæring og endring av etablerte arbeidsformer.

### 5.3.2.2 Den andre ringen: ekstern kompleksitet

Ekstern kompleksitet betegner eksterne forhold som påvirker kompleksitet i prosjekter og dermed prosjektsuksess. Ekstern kompleksitet omfatter fire temaer: *sosiolpolitiske forhold, klima, natur og miljø, marked og lov- og regelverk*. Geografisk plassering ble vurdert som en faktor i ekstern kompleksitet, men er ikke tatt med i kompleksitetsmodellen, siden informantene anså dette som en faktor av mindre betydning i bygge- og anleggsprosjekter.



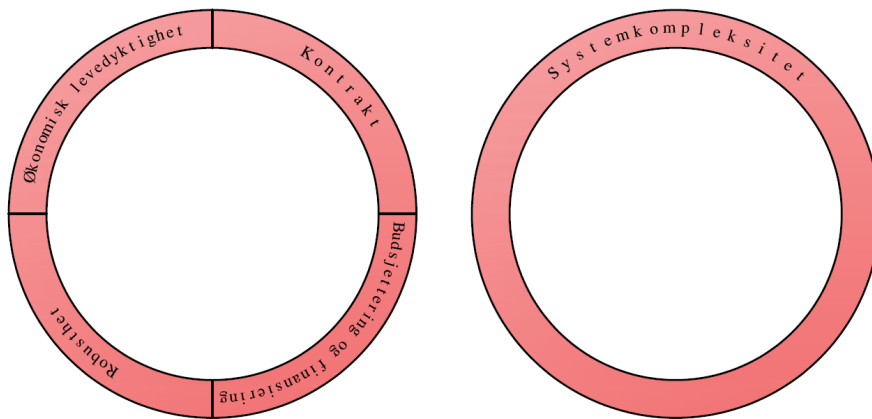
Figur 19 Ring 2, ekstern kompleksitet

Nedenfor gis en oppsummering av faktorer i ekstern kompleksitet og deres betydning for kompleksitet basert på empiri og analyse.

<b>Ekstern kompleksitet</b>
<p><b>Sosiopolitiske forhold</b></p> <p>Det som skaper kompleksitet i forbindelse med sosiopolitiske forhold, er endringer i interessentbildet samt usikkerhet og uforutsigbarhet knyttet til interessentene og deres påvirkning på prosjekter. Dette krever en aktiv, fleksibel og ikke-lineær tilnærming til det som kan komme fra prosjektomgivelsene. Det er også kompleksitet knyttet til å se klare årsak-virknings-sammenhenger knyttet til sosiopolitiske forhold, som kan medføre uenigheter om ansvar for konsekvenser mellom prosjektaktører. Prosjekter har en strukturell kompleksitet knyttet til håndtering av interessenter i forskjellige prosjektfaser. Dette er en kompleksitet som skapes av inndelingen av prosjekter i forskjellige prosjektfaser og inndeling av oppgaver i forskjellige poster.</p>
<p><b>Klima, natur og miljø</b></p> <p>Klima og natur er styrt av uforutsigbarhet og usikkerhet som skaper kompleksitet.</p> <p>Fagfeltet miljø er forbundet med en del usikkerhet, primært fordi fagfeltet er relativt nytt, og organisasjoner i bransjen ikke har mye erfaring med det.</p>
<p><b>Marked</b></p> <p>Store mengder avhengigheter mellom prosjekter og forskjellige forhold i markeder, samt uforutsigbarhet og usikkerhet i markedsmekanismer er hovedårsaken til markedsskapt kompleksitet.</p>
<p><b>Lov- og regelverk</b></p> <p>Lov- og regelverk skaper kompleksitet på grunn av flertydigheten de innebærer. De samme tekstene kan forstås og anvendes på forskjellige måter, med logiske argumenter for hver forståelse. Dette skaper usikkerhet og uforutsigbarhet.</p> <p>En annen utfordring er den store mengden av lov- og regelverk med avhengigheter og koblinger mellom delene. Avhengighetene er ikke alltid like klare og tydelige, noe som skaper usikkerhet i prosjekter.</p>

### 5.3.2.3 Den tredje ringen: systemkompleksitet

Systemkompleksitet er kompleksitet knyttet til prosjektsystemer som designes av sentrale prosjektaktører. I forbindelse med systemkompleksitet er det fire faktorer som er drøftet: *kontrakt, økonomisk levedyktighet, budsjettering og finansiering og robusthet.*



Figur 20 Ring 3, systemkompleksitet

Nedenfor gis en oppsummering av faktorer i systemkompleksitet og deres betydning for kompleksitet basert på empiri og analyse.

<b>Systemkompleksitet</b>
<p><b>Kontrakt</b></p> <p>Kompleksitet i kontrakter skyldes hovedsakelig flertydighet. Ukjente kontraktstyper og massiv bruk av tilleggsbeskrivelser skaper i tillegg usikkerhet i prosjekter.</p> <p>Hovedentrepriser skaper strukturell kompleksitet som hindrer effektive interaksjonsprosesser, og fører ofte til organisatorisk kompleksitet som går ut over relasjoner og nettverk i prosjekter.</p> <p>Totalentrepriser legger opp til gode interaksjonsprosesser i prosjekter, gode relasjoner og tillit og lav organisatorisk kompleksitet. Men entreprenørenes ansvar øker i omfang, noe som kan skape produktkompleksitet.</p> <p>Kontrakter omhandler alle aktiviteter som skjer i prosjekter. Det er derfor viktig at alle i prosjekter kjenner til kontraktene, noe som medfører en strukturell kompleksitet i prosjekter.</p>
<p><b>Økonomisk levedyktighet</b></p> <p>Når prosjektaktører mister muligheten til å nå sine økonomiske mål, blir deres motivasjon og interesse endret. Interessekonflikter og ulike økonomiske mål skaper organisatorisk</p>

kompleksitet i form av redusert tillit, dårlige relasjoner og redusert samarbeids- og samhandlingsvilje.

### **Budsjettering og finansiering**

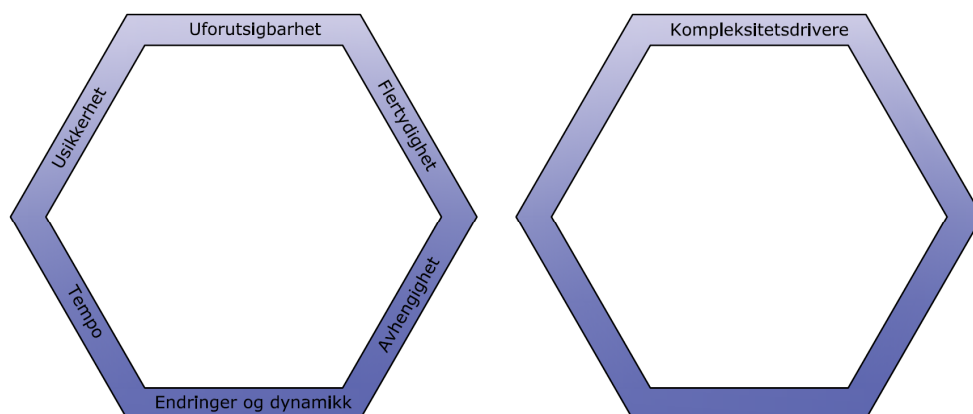
Budsjettering er basert på forutsigbarhet og på antagelsen om at helheten er lik summen av enkeltdelene. Dette er hovedutfordringen for budsjettering av komplekse prosjekter. Komplekse oppgaver krever fleksibilitet i budsjettering og finansiering. En kombinasjon av stramme budsjetter og omfattende pengeinnvilgelsesformaliteter og uforutsigbarhet og usikkerhet reduserer sannsynligheten for å nå prosjektsuksess.

### **Robusthet**

Robuste løsninger i prosjekter skaper forutsetningen for å takle uforutsigbarhet og usikkerhet og avgrensner konsekvenser av kompleksitet generelt. Med robuste løsninger blir avhengighetsmatriser forenklet, og prosjekter vil tåle mer av uventede hendelser. Minimumsløsninger, som er det motsatte av robuste løsninger, vil bare fungere for enkle prosjekter, med lav usikkerhet og ingen kompleksitet.

#### **5.3.2.4 Den fjerde ringen: kompleksitetsdrivere**

Den fjerde ringen i modellen er kompleksitetsdrivere, som består av seks drivere: *flertydighet, usikkerhet, uforutsigbarhet, tempo, avhengighet og endring og dynamikk*. Dette er forhold som driver kompleksitet i prosjekter.



Figur 21 Ring 4, kompleksitetsdrivere

Nedenfor gis en oppsummering av kompleksitetsdrivere og deres betydning for kompleksitet basert på empiri og analyse.



## Kompleksitetsdrivere

### Flertydighet

Flertydighet genererer uenighet og konflikter og dermed negativ organisatorisk kompleksitet i prosjekter. Flertydighet er hovedsakelig knyttet til lov- og regelverk og kontrakter og andre type avtaler. For å unngå flertydighet bør prosjekter gjøre seg mindre avhengig av å vinne diskusjoner basert på tolkning av kontrakter og andre formelle dokumenter og heller basere problemløsninger på tillit, gode relasjoner og gode interaksjonsprosesser samt profesjonalitet, kunnskap og positive kulturelle trekk.

### Usikkerhet

Usikkerhet betyr at det er mange mulige utfall som må vurderes og planlegges for, noe som kompliserer planleggingsprosesser i prosjekter. Usikkerhet skaper også organisatorisk kompleksitet på grunn av forvirring og mistriivsel i prosjektorganisasjonen.

### Uforutsigbarhet

Uforutsigbarhet er en hovedkilde til kompleksitet. Uforutsigbare forhold krever fleksibilitet i prosjektorganisasjoner, utførelsesplaner, budsjetter og gjennomføringstid.

### Tempo

Tid er en kritisk faktor, spesielt for modningsprosesser som prosjektering, valg av løsninger og lærings- og innovasjonsprosesser. Tidspress skaper hastverk i prosjekter og fører til beslutningstaking uten godt nok beslutningsgrunnlag.

### Avhengighet

Samtidighetsavhengighet og sekvensiell avhengighet er avhengigheter som krever profesjonell og systematisk håndtering. En annen type avhengighet er innbyrdes avhengighet, som krever samhandling, samarbeid, tillit og gode relasjoner samt felles mål og åpenhet mellom involverte parter. En tredje type avhengighet er uoversiktlige avhengigheter og uklare årsak-virknings-sammenhenger. I slike tilfeller har forhold ofte sensitiv avhengighet av initialbetingelser, noe som kan skape (*emergence*) og ekstrem uforutsigbarhet i prosjekter.

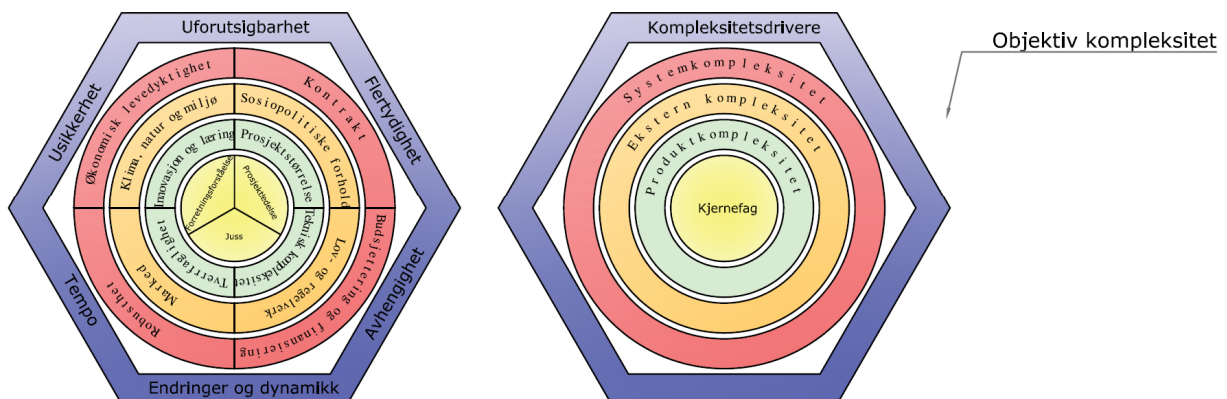
### Endringer og dynamikk

Endringer og dynamikk forstyrrer planer og prosesser i prosjekter og skaper ofte uforutsigbare konsekvenser som ikke kan oppdages før endringene er gjennomført. Endringer og dynamikk trigger (*emergence*) og kan medføre behov for å redefinere prosjekter. De er derfor viktige kompleksitetsdrivere.

### 5.3.3 «Objektiv kompleksitet»

*Objektiv kompleksitet* foreslås i oppgaven som et begrep for ikke-menneskelige og ikke-organisatoriske kompleksitetsforhold i prosjekter. Temaer som omfattes av objektiv kompleksitet, er knyttet til prosjektprodukter, prosjektomgivelse og prosjektsystemet som er skapt gjennom prosjektutvikling og -realisering. Den objektive kompleksiteten er derfor knyttet til prosjektet og er den samme uansett hvilke organisasjoner eller individer som er involvert i prosjekter.

Kompleksitet er i utgangspunktet ikke objektivt. Det er derfor problematisk å snakke om «objektiv kompleksitet». Det er også bakgrunnen for at begrepet her er satt i anførselstegn. Begrepet kan likevel være nyttig i tilfeller der organisasjoner vurderer flere alternative prosjekter og sammenligner dem med hverandre for å velge et av dem, som skal utføres av en bestemt prosjektorganisasjon. I slike tilfeller er de menneskelige og organisatoriske kapabilitetene gitt, mens man ønsker å sammenligne de materielle kompleksitetene, som i denne oppgaven er kalt *objektiv kompleksitet*.



Figur 22 «Objektiv kompleksitet»

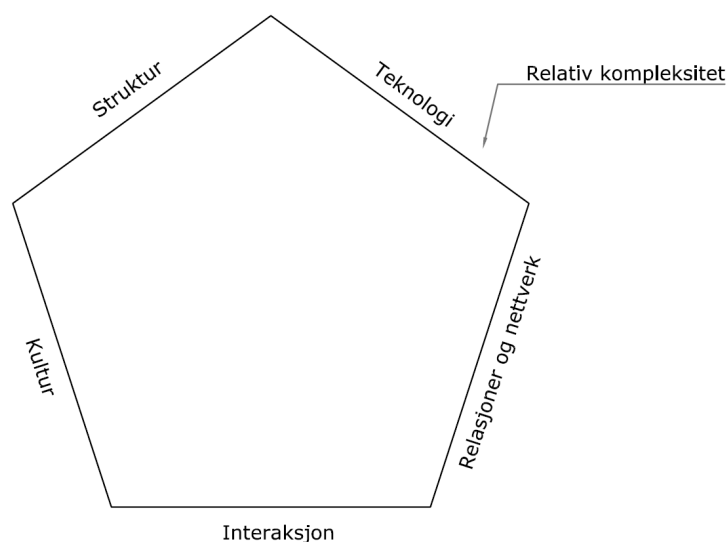
### 5.3.4 De organisatoriske ringene som relativ kompleksitet

De organisatoriske ringene representerer både den relative kompleksiteten som involverte organisasjoner har med seg, og forutsetningene for å håndtere objektiv kompleksitet.

De organisatoriske ringene representerer både organisatorisk kompleksitet som er generert av menneskelige og mellommenneskelige aspekter i prosjekter, og forutsetningene for å håndtere «objektiv kompleksitet» i prosjekter. Prosjekter blir utviklet og utført av flere aktører – byggherrer, rådgivere, entreprenører osv. Hver aktørs organisasjon kan være representert med en egen ring.

De organisatoriske ringene er i denne oppgaven illustrert med pentagonmodellen. Det er her ikke gjort endringer i modellen. Pentagonmodellen tilbyr en helhetlig forståelse av organisasjoner og dekker både formelle og uformelle organisatoriske trekk. Med sine fem hovedkategorier – *struktur, teknologi, kultur, interaksjon, relasjoner og nettverk* – gir modellen en god oversikt over kvaliteter som må ivaretas i prosjektorganisasjoner. Denne helhetlige forståelsen gir også mulighet til å dimensjonere disse kvalitetene slik at den «objektive kompleksiteten» blir ivaretatt i prosjekter. Modellen gir prosjektledelsen mulighet til å gjennomføre analyse og skaffe oversikt over prosjekter, samtidig som den kan brukes av prosjektorganisasjonen i dens daglige arbeid.

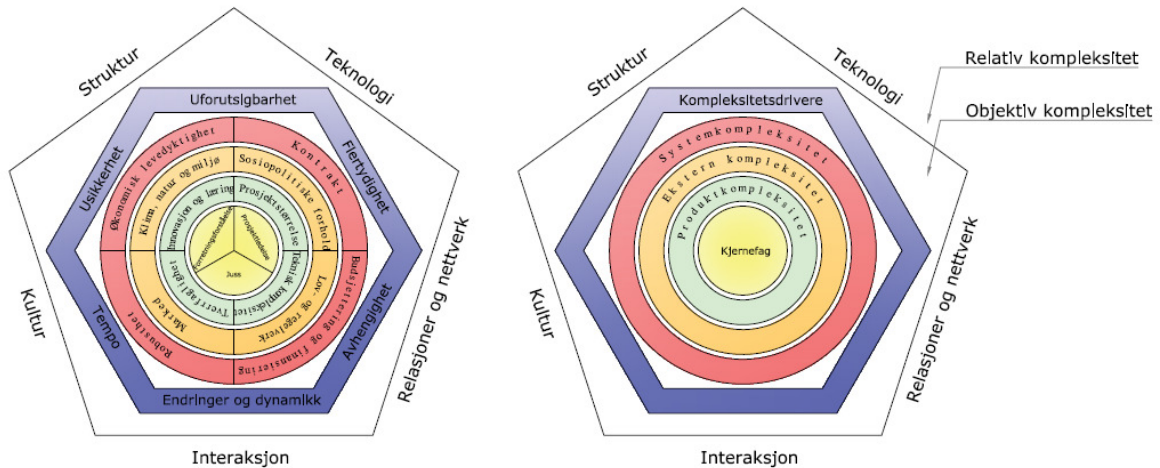
Selv om relativ kompleksitet og objektiv kompleksitet er skilt fra hverandre i modellen, er det en sterk sammenheng mellom disse to kompleksitetene. Den relative kompleksiteten representerer forutsetninger for å håndtere den objektive kompleksiteten ved å fremme positiv organisatorisk kompleksitet som bidrar til oppnåelse av prosjektsuksess.



Figur 23 Den organisatoriske ringen – relativ kompleksitet

### 5.3.5 En helhetlig kompleksitetsmodell

Ved å sette sammen alle deler av kompleksitetsmodellen, vil en helhetlig modell se slik ut:



Figur 24 En helhetlig kompleksitetsmodell

## 5.4 Kompleksitetsmodellens egenskaper

I design av modellen er det flere premisser som er vektlagt. Nedenfor drøftes de viktigste egenskapene til modellen.

### 5.4.1 En felles mental modell

Organisasjoner er en arena for kollektivt arbeid mot konkrete mål. I organisasjoner er kommunikasjon og samarbeid kritiske faktorer for måloppnåelse. I arbeid med problemstillinger danner organisasjonsmedlemmer seg bilder som bidrag til å forstå problemstillingene og omstendighetene rundt dem. Enkeltindivider og grupper har egne mentale modeller som brukes for å danne slike bilder. En felles mental modell for organisasjoner kan bidra til å gi en mer entydig og lik forståelse av problemstillinger, noe som øker forutsigbarhet i prosesser.

Kompleksitetsmodellen i denne oppgaven er ment som en slik mental modell som kan skape lik forståelse i grupper og team. En felles mental modell er også en forutsetning for organisatorisk læring og erfaringsoverføring, siden den kan bidra til å gjøre taus kunnskap om til eksplisitt kunnskap.

En slik modell er nødvendig for å trigge bedre beslutningsprosesser i prosjekter. Slik det fremgår i litteraturen, er ikke en perfekt rasjonell beslutningsprosess eller en regelstyrt beslutningsprosess alltid mulig i organisasjoner. Anarkiske beslutninger og beslutninger som sosiale prosesser, som ofte er tilfelle i prosjektorganisasjoner, blir mye bedre hvis prosjektorganisasjoner har felles mentale modeller.

### 5.4.2 En helhetlig ramme

Bygge- og anleggsprosjekter er sammensatte og krever omfattende og variert kompetanse. Prosjektene er teknisk utfordrende og krever tverrfaglig ingeniørkunnskap, samtidig som de har en kommersiell side som omfatter kontroll av kostnader og ivaretagelse av lønnsomhet og økonomisk levedyktighet for alle involverte organisasjoner. Byggeprosesser er i tillegg sosiale prosesser som involverer mange mennesker og organisasjoner (Kalsaas, 2017).

På grunn av mange viktige og interessante detaljer kan prosjekter miste helhetsperspektivet og oversikten over viktige sammenhenger mellom store temaer. I design av kompleksitetsmodellen er det derfor lagt vekt på å ivareta helheten. For å oppnå dette er det viktig at alle relevante fagfelt får en plass i modellen. Fagfeltene *prosjektledelse, forretningsforståelse, juss, kompleksitet* og *organisasjon* er vurdert som primært viktige fag for bygge- og anleggsprosjekter og er derfor anvendt i modellen.

Å innta et helhetsperspektiv går naturligvis ut over detaljeringsgraden. Under hver overskrift i modellen bør det komme prosedyrer, sjekklister og skjemaer – eller andre verktøy – som organisasjoner kan bruke for å håndtere og drøfte temaene. Tanken har vært at organisasjoner som tar i bruk kompleksitetsmodellen, selv utarbeider disse underdokumentene spesielt tilpasset egen virksomhet. Det at kompleksitetsmodellen ikke inneholder detaljerte løsninger, er vurdert som positivt, idet det skaper fleksibilitet i bruk av modellen.

### 5.4.3 Modellens struktur og klassifisering av temaer

Modellens struktur og måten temaer er organisert på, er brukt som virkemiddel for å formidle budskap. Modellens hovedgeometri er utformet som en snurrebass, der flere temaer med ulik tyngde og ulik avstand fra sentrum spinner rundt en kjerne. Ubalanse og mangler i temaer eller i kjernen fører til at helheten går ut av balanse og faller – altså at prosjektet mislykkes.

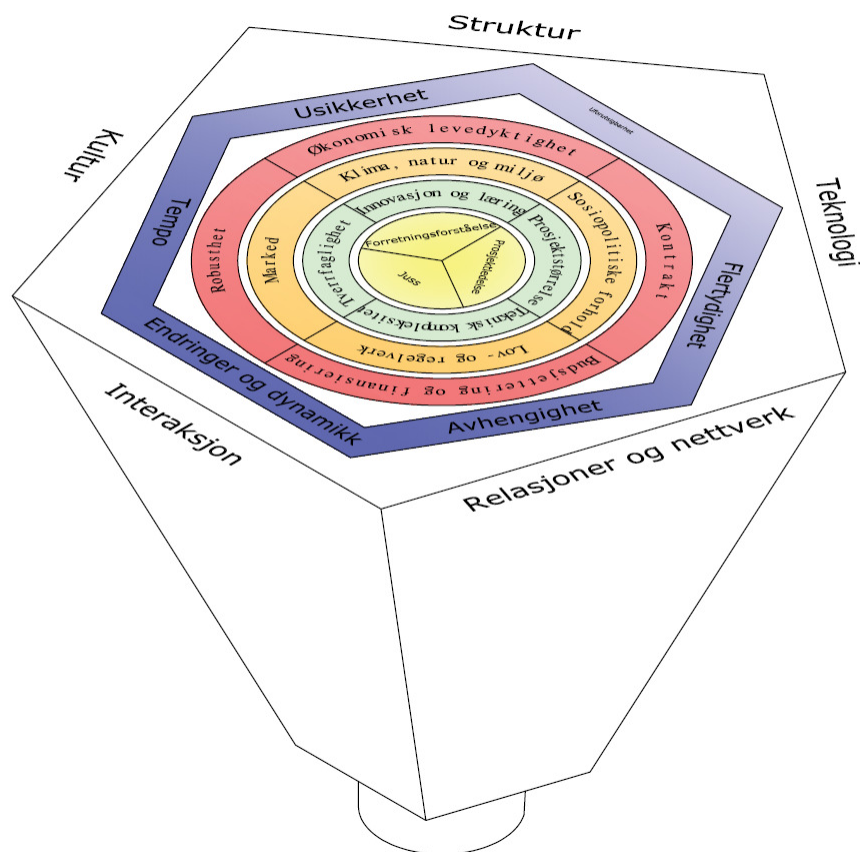
I kjernen er det plassert tre viktige fag som prosjekter bør ha en preskriptiv tilnærming til. Kjernen er grunnstammen som helheten spinner rundt og er derfor utslagsgjørende for at prosjekter skal holde seg i balanse.

Rundt kjernen er det plassert fire kompleksitetsringer. Den innerste ringen, *produktkompleksitet*, har kortest avstand til sentrum og har dermed minst påvirkning på ubalanse i prosjekter. Neste kompleksitetsring, *ekstern kompleksitet*, har større avstand til sentrum og har dermed mer å si for ubalanse i systemet. Den tredje kompleksitetsringen, *systemkompleksitet*, ligger enda lengre fra sentrum og har mest å si for ubalanse i prosjekter. Dette betyr at mangler i den tredje ringen er farligere for prosjekter enn mangler i den andre ringen, osv. Den fjerde kompleksitetsringen,

kompleksitetsdrivere, ligger rundt den tredje ringen, med enda større avstand til sentrum.

På utsiden av kompleksitetsringene er *den organisatoriske ringen* plassert. Denne ringen representerer organisatorisk kompleksitet som kan være positiv eller negativ, avhengig av organisasjonskvaliteter. Den organisatoriske ringen har mest å si for ubalanse i prosjekter og må derfor designes slik at de selv ikke skaper negativ kompleksitet, og samtidig fremmer positiv organisatorisk kompleksitet som kompenserer for negativ kompleksitet i kompleksitetsringene. De organisatoriske ringene har størst effekt på prosjektbalansen og bør derfor gis størst oppmerksomhet i prosjekter.

På denne måten er modellstrukturen brukt som et virkemiddel for å formidle en forståelse av både prosjektkompleksitet og innholdet i temaene.



Figur 25 Modellen illustrerer prosjekter som en snurrebass der mange temaer må «balanseres» rundt en kjerne

#### 5.4.4 Modellen med skåring og fargekoder

Ved evaluering av kompleksitetsfaktorer og temaer i forbindelse med prosjekter eller situasjoner kan modellen skåres og fargekodes for å illustrere hvor kompleks hvert tema er for en bestemt organisasjon. Både tall og fargekoding kan brukes for å illustrere kompleksitet. Bak illustrasjonene ligger gjerne analyser, tekster og sjekklister.

Jeg foreslår en skåringstabell med følgende skala og farger:

Kompleksitetsnivå med skala fra 0 til 6	Fargekode for kompleksiteten
0 (Ikke kompleks)	Grå
1 (Lite kompleks)	Grønn
2	Lys grønn
3	Gul
4	Gulrødt
5	Rødt
6 (Veldig kompleks)	Rød

Figur 26 Tabell med skår og fargekode

Fargene som er valgt i kompleksitetsmodellen i oppgaven, er valgt for å skape et fint visuelt uttrykk og gjør ikke bruk av disse fargekodene.

### 5.5 Eksempel på bruk av kompleksitetsmodellen

Kompleksitetsmodellen kan brukes i evaluering av byggeprosesser, aktiviteter, situasjoner, løsninger og prosjekter som helhet. Den kan også brukes i strategi- og organisasjonsutviklingsprosesser. I denne delen av oppgaven gir jeg et par eksempler på bruk av modellen.

#### 5.5.1 Bruk av modellen i vurdering av byggeprosesser

Kompleksitetsmodellen kan brukes for å analysere hele prosjekter eller enkelte situasjoner og aktiviteter i prosjekter. I empirien har informantene pekt på to tilfeller der oppgavene er relativt omfattende og kompliserte – og kanskje komplekse –, men som man vanligvis lykkes med: støp med glideforskaling og bygging av konstruksjoner under jernbanelinjer i 72-timers togstopp. Jeg drøfter disse to situasjonene ved bruk av kompleksitetsmodellen.

Glidestøp er en støpeteknikk for vertikale konstruksjoner med relativt store høyder, som heissjakter, søyler og brutårn. Disse konstruksjonene blir vanligvis bygd etappevis, med tre til seks meters etapper, men kan også bygges med glideforskaling. Teknikken ved glideforskaling går ut på å bygge en forskaling på ca. 1 meters høyde og montere den rundt konstruksjonen som skal støpes, for så å fylle forskallingen med armering og betong mens forskalingen kontinuerlig løftes av hydrauliske jekker. Armering og støping skjer kontinuerlig, uten stopp, fra man starter, til hele konstruksjonen er ferdigstøpt. Prosessen tar ofte flere uker. Det som kjennetegner teknikken, er kontinuitet i prosessene og tidspress på å armere og støpe uten opphold. Til tross for disse utfordringene lykkes prosjekter stort sett med glidestøp.

Det andre tilfellet informantene trekker frem, er bygging av underganger i betong under eksisterende jernbanelinjer. Dette innebærer fjerning av eksisterende jernbanespor, graving av masser i området, transport av forhåndsstøpte betongunderganger, som vanligvis er tunge konstruksjoner, påføring av membran og tetting, tilbakefylling av masser rundt konstruksjonen med lagvis komprimering og etablering av jernbanespor på nytt. Alt skal skje i løpet av ett togstopp, som ofte varer 72 timer. Det er ingen rom for forsinkelser, siden togene skal gå over sporene etter planlagte tidstabeller. Erfaringer herfra viser at man i prosjekter vanligvis også lykkes med disse oppgavene, til tross for store utfordringer, ikke minst knyttet til intensiteten på arbeidet og tette koblinger mellom aktiviteter.

Disse to oppgavetyperne har en del likheter. Begge skal foregå i et svært begrenset tidsrom uten muligheter for stopp eller forsinkelser, begge må være godt planlagt, og teknikkene gir ikke muligheter for endring av planer under utførelse. Prosjekter har vanligvis rutiner for gjennomganger og dialog mellom aktører, slik at alle involverte ser alvoret i teknikkene.

Siden teknikkene krever at aktiviteter må gå i ett uten muligheter for stopp og korrigerende, må prosjektorganisasjonene kartlegge alle forhold på forhånd, noe som medfører eliminering av usikkerheter. Aktivitetene er også konkrete og forutsigbare, siden de hovedsakelig består av kjente «gjøreoppgaver».

I disse to tilfellene er muligheter for endringer eliminert ved på forhånd å informere involverte aktører om at det ikke er praktisk mulig å innarbeide omfattende korrigeringer etter at arbeidene er satt i gang.

Selv om aktiviteten som foregår, har en rekke sekvensielle, samtidighets- og innbyrdes avhengigheter, er alle avhengighetene «interne» mellom aktiviteter som foregår på plassen. Avhengigheter til andre forhold på byggeplassen er «kuttet» gjennom

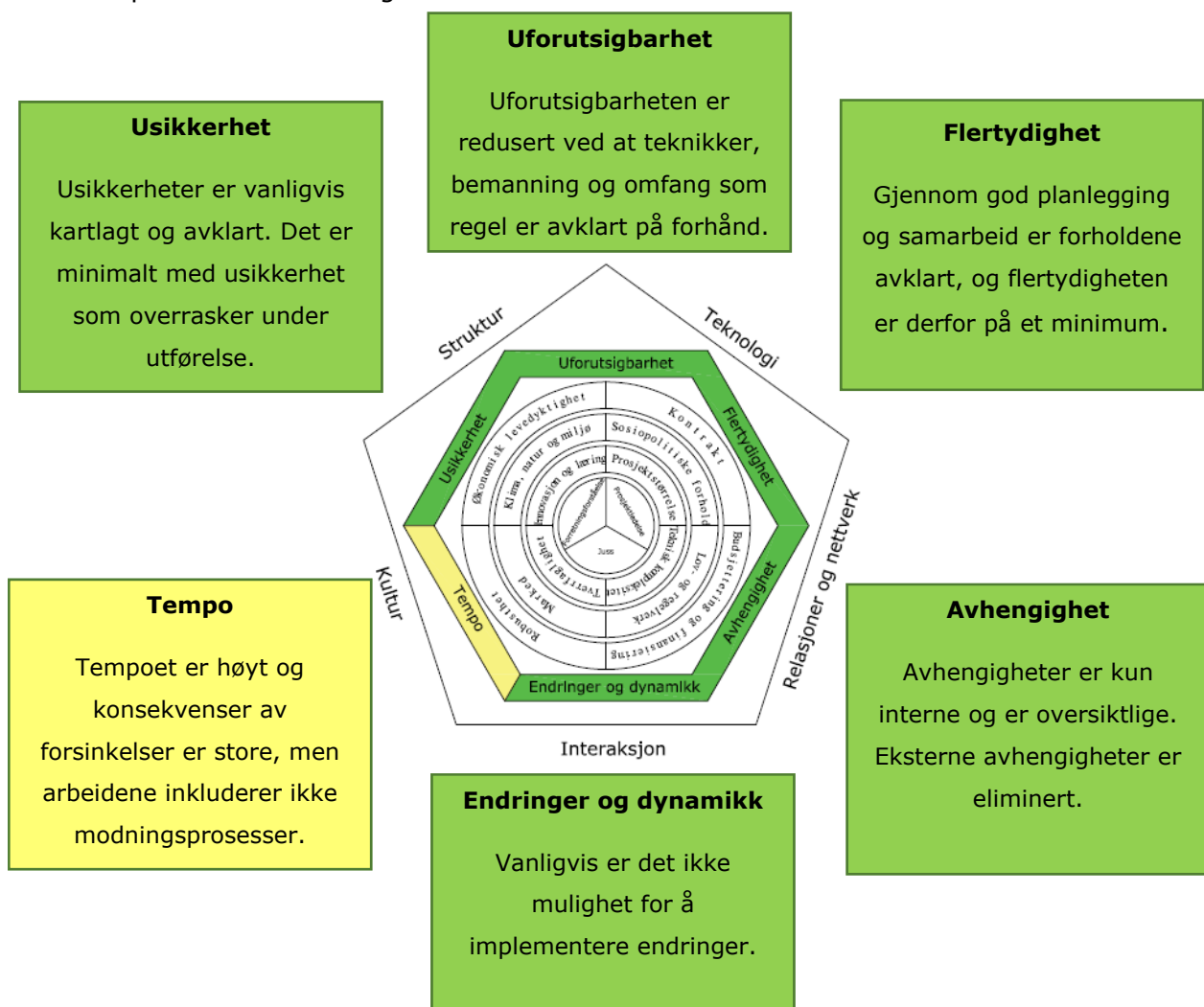


avklaringer eller isolering av disse prosessene fra øvrige prosesser. På denne måten er avhengighetsnivået redusert til et minimum.

Den eneste kompleksitetsdriveren som skårer høyt, er *tempo*. Det som gjør at denne kompleksitetsdriveren likevel ikke skaper mye kompleksitet, er at det er kjent for prosjekter at tempoet er høyt, og at aktivitetene som utføres, ikke er modningsprosesser, men «gjøreprosesser».

Støping med glid og bygging av konstruksjoner under jernbanelinjer på 72-timers togstopp er derfor kompliserte, men ikke komplekse oppgaver. Dette forklarer forutsigbarheten i resultatoppnåelse knyttet til denne typen arbeid. Å lykkes med disse oppgavene krever likevel en rekke forutsetninger, som riktige organisatoriske kvaliteter, god prosjektledelse og riktige forretningsforutsetninger samt ryddig behandling av de juridiske sidene av arbeidene.

I denne drøftingen var det bare nødvendig å vurdere kompleksitetsdrivere, men vanligvis bør kompleksitetsfaktorer også vurderes.



Figur 27 Kompleksitetsanalyse av støping med glideforskaling og bygging av underganger på kort tid

### 5.5.2 Bruk av modellen i strategi- og organisasjonsutvikling

Kompleksitetsmodellen kan brukes i organisasjonsutvikling, design av organisatoriske kvaliteter og strategiarbeid. Et eksempel på bruk av modellen, er å kartlegge typiske kompleksiteter prosjekter er normalt utsatt for, og designe organisatoriske kvaliteter slik at kompleksiteten ivaretas.

Modellen kan også brukes i alle tre komponentene til strategiprosesser, henholdsvis *strategiinnovasjon*, *strategiendring* og *strategiformasjon* (Wit, 2017).

## 5.6 Noen ytterligere konklusjoner

Den faglige konklusjonen til oppgaven er illustrert i den utarbeidede kompleksitetsmodellen. Modellen er utviklet med utgangspunkt i eksisterende kompleksitetsmodeller som er illustrert i teorikapitlet. Det er spesielt kompleksitetsmodellen til Rolstadås og Schiefloe (2017) som har vært sentral i dette arbeidet. Min vurdering er at det har fungert bra. Tanker og prinsipper i Rolstadås og Schiefloes (2017) arbeid har passet bra med funnene i empirien. Jeg har forsøkt å innføre endringer i modellens innhold og struktur basert på den empiriske undersøkelsen ved å innføre noen nye begreper, legge til to nye kompleksitetsdrivere og definere sentrale kompleksitetsfaktorer som er viktige i bygge- og anleggsprosjekter generelt.

Jeg avslutter oppgaven med noen generelle konklusjoner og refleksjoner på arbeidet:

- Generelt er konklusjonen at kompleksitetsspørsmålet er viktig for bygge- og anleggsbransjen og bør fokuseres på i større grad. Å erkjenne at prosjekter eller enkelte prosjektdeler er komplekse, medfører endringer i etablerte paradigmer, rutiner og praksis som er en medvirkende årsak til store utfordringer i bransjen. Dette er svært undervurdert i dag.
- Kompleksitetsteori gir en forklaring på fenomener som «plunder og heft»-situasjoner, store sprik i tilbuds- og anbudssummer og tap av gevinst fra forbedringsarbeider og teknologiutviklinger.
- Alle organisasjoner i bygge- og anleggsbransjen bør «eie» en kompleksitetsmodell og bruke den aktivt.
- Organisasjonsfaget er svært viktig i bygge- og anleggsprosjekter og kan med fordel fokuseres mer på. Det vil være nyttig for håndtering av kompleksitet, men også ellers.
- Resonnementene i dette arbeidet gjelder først og fremst bygge- og anleggsprosjekter, men kan – med visse modifikasjoner – også gjelde for andre prosjekttyper.
- Jeg ser på kompleksitetsmodellen som et steg mot bedre prosjekter og mindre konflikter i bransjen, men det må mer forskning til før utfordringene er løst. Et

konkret og naturlig neste steg er – etter min vurdering – å teste denne kompleksitetsmodellen på noen store bygge- og anleggsprosjekter.



# Litteratur

- Aarseth, W., Rolstadås, A. & Klev, R. (2015). *Lederskap i prosjekter*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Aasen, T.M.B. & Amundsen, O. (2011). *Innovasjon som kollektiv prestasjon*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Alexander, M. (2010). *Disruptive business: Desire, innovation and the re-design of business*. Farnham: Ashgate Publishing Ltd.
- Amundsen, O., Kongsvik, T.Ø. & Keeping, D. (2016). *Endringskynisme og kunsten å skape god endringspraksis* (2. utg.). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Andersen, B. & Langlo, J.A (2016). *Productivity and performance measurement in the construction sector*. Paper presentert på CIB World Building Congress 2016 i Tampere, Finland. Hentet fra [https://www.researchgate.net/publication/304540304\\_Productivity\\_and\\_performance\\_measurement\\_in\\_the\\_construction\\_sector](https://www.researchgate.net/publication/304540304_Productivity_and_performance_measurement_in_the_construction_sector).
- Andersen, L. (2016). *Organisering av komplekse prosesser: vitenskapsteoretiske og filosofiske forutsetninger*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Andreassen, H. (2016). Arne Krokan: Det friksjonsfrie samfunn. Om utviklingen av nye digitale tjenester. *Sosiologisk tidsskrift*, 24(2), 162–164.
- Armstrong, P. (2017). *Disruptive technologies: understand, evaluate, respond*. London: Kogan Page Ltd.
- Azim, S., Gale, A., Lawlor-Wright, T., Kirkham, R., Khan, A., & Alam, M. (2010). The importance of soft skills in complex projects. *International Journal of Managing Projects in Business*, 3(3), 387-401. doi:10.1108/17538371011056048
- Baccarini, D. (1996). The concept of project complexity—a review. *International Journal of Project Management*, 14(4), 201–204. doi:10.1016/0263-7863(95)00093-3
- Bolman, L. G., & Deal, T. E. (2008). *Reframing organizations : artistry, choice, and leadership*. In Jossey-Bass business & management series.
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2014). *The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York: Norton.
- Christensen, C., Kaufman, S. & Shih, W. (2008). Innovation killers. *Harvard Business Review*, 86(1), 98–105.
- Christensen, C.M. (2003). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail* (rev. utg.). Boston, Mass.: Harvard Business Review Press.
- Christensen, C.M. & Raynor, M.E. (2003). *The innovator's solution: creating and sustaining successful growth*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.

- Christensen, C.M., Roth, E.A. & Anthony, S.D. (2004). *Seeing what's next: using the theories of innovation to predict industry change*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.
- Cicmil, S., Cooke-Davies, T., Crawford, L. & Richardson, K.A. (2009). *Exploring the complexity of projects: implications of complexity theory for project management practice*. Newtown Square, Pa.: Project Management Institute.
- Clegg, S., Kornberger, M. & Pitsis, T. (2011). *Managing & organizations: an introduction to theory & practice* (3. utg.). Los Angeles: SAGE.
- Collins, J. & Kolstad, H. (2002). *Good to great: hvorfor noen virksomheter blir fremragende – og andre ikke*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Curlee, W. & Gordon, R.L. (2011). *Complexity theory and project management*. Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Ekman, G. (2004). *Fra prat til resultat: om lederskap i hverdagen*. Oslo: Abstrakt forlag.
- Geraldi, J. (2008). "Patterns of complexity: the thermometer of complexity". Project Perspectives, The Annual Publication of International Project Management Association, Vol. XXIX, pp. 4-9.
- Hass, K.B. (2009). *Managing complex projects: A new model*. Vienna, Va.: Management Concepts, Inc.
- Jacobsen, D.I. & Thorsvik, J. (2013). *Hvordan organisasjoner fungerer* (4. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Johannessen, A., Christoffersen, L. & Tufte, P.A. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (4. utg.). Oslo: Abstrakt.
- Johannessen, S. (2002). Å skape orden i kaos: ledelse og utvikling i en kompleks verden. *Magma*, (1).
- Julsrud, T.E. (2018). *Organisatorisk tillit: grunnlaget for samarbeid i nettverkenes tid*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Kalsaas, B.T. (2017). *Lean construction: forstå og forbedre prosjektbasert produksjon*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Kaplan, R., & Norton, D. (1992). The Balanced Scorecard - Measures That Drive Performance. *Harvard business review*, 70(1), 71.
- Karim, B. (2018). *Prosjektorganisasjon og ledelsestilnærming i Storheia-vindmøllepark. Et prosjekt i portefølje til Veidekke-anlegg*. Studentoppgave (upublisert).
- Kilduff, M. & Krackhardt, D. (2008). *Interpersonal networks in organizations: cognition, personality, dynamics, and culture*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Klakegg, O.J. (2010). *Early warning signs in complex projects*. Newton Square, Pa: Project Management Institute.

- Klev, R. & Levin, M. (2009). *Forandring som praksis: endringsledelse gjennom læring og utvikling* (2. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Kotter, J.P., Mueller, P. & Rathgeber, H. (2006). *Our iceberg is melting: changing and succeeding under any conditions*. London: Macmillan.
- Krokan, A. (2010). *Den digitale økonomien: om digitale tjenester, forretningsutvikling og forretningsmodeller i det digitale nettsamfunnet*. Oslo: Cappelen Akademisk.
- Krokan, A. (2013). *Nettverksøkonomi: digitale tjenester og sosiale mediers økonomi*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Kuvaas, B. & Dysvik, A. (2016). *Lønnsomhet gjennom menneskelige ressurser: evidensbasert HRM* (3. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *Interviews : learning the craft of qualitative research interviewing* (2nd ed. ed.). Los Angeles, Calif: Sage.
- Lessard, D., Sakhrani, V. & Miller, R. (2014). House of Project Complexity—understanding complexity in large infrastructure projects. *Engineering Project Organization Journal*, 4(4), 1–23. doi:10.1080/21573727.2014.907151
- Loosemore, M. (1999). A grounded theory of construction crisis management. *Construction Management and Economics*, 17(1), 9–19. doi:10.1080/014461999371781
- Loosemore, M. (2000). *Crisis management in construction projects*. Reston, Va.: ASCE Press.
- Lorenz, E. N. (1963). Deterministic Nonperiodic Flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20(2), 130-141. doi:10.1175/1520-0469(1963)020<0130:DNF>2.0.CO 2
- Malone, T. & Crowston, K. (1994). The interdisciplinary study of coordination. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 26(1), 87–119. doi:10.1145/174666.174668
- March, J.G. & Heath, C. (1994). *A primer on decision making: how decisions happen*. New York: Free Press.
- March, J.G., Simon, H.A. & Guetzkow, H. (1958). *Organizations*. New York: Wiley.
- Meyer, C.B. & Stensaker, I.G. (2011). *Endringskapasitet*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Mintzberg, H. (1983). *Structure in fives: designing effective organizations*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall.
- Mintzberg, H. (2009). *Managing*. San Fransisco: Berrett-Koehler.
- Morgan, G. (1986). *Images of organization*. Beverly Hills, Calif: Sage.
- NGI, (2016). *Begrensning av skader som følge av grunnarbeider*. Fra <https://www.ngi.no/Prosjekter/BegrensSkade/#Artikler-og-rapporter>
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company : how Japanese companies create the dynamics of innovation*. New York: Oxford University Press.

- Orlikowski, W.J. (2010). The sociomateriality of organisational life: considering technology in management research. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 125–141.  
doi:10.1093/cje/bep058
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., Clark, T. & Sjøbu, A. (2015). *Business model generation: en håndbok for nytenkere, banebrytere og opprørere*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Pievani, T. & Varchetta, G. (2005). Complexity, evolution, and creativity in new management theories ... or, in other words, what is the connection between an immune system network and a corporation? *World Futures*, 61(5), 370–377. doi:10.1080/026040290503117
- Project Management Institute (2009). *Practice standard for project risk management*. Newtown Square, Pa: Project Management Institute.
- Project Management Institute (2014). *Navigating complexity: a practice guide*. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute.
- Ramsdal, R. (2018). «Plunder og heft» i et av Norges største samferdselsprosjekter: Krever 755 mill. *Teknisk Ukeblad*. Hentet 21.01.2019 fra <https://www.tu.no/artikler/plunder-og-heft-i-et-av-norges-storste-samferdselsprosjekter-krever-755-mill/450620>
- Reistad, E.S. (2010). *Kunnskapsutvikling i organisasjoner: en alternativ tilnærming til Nonaka og Takeuchi*. (Masteroppgave). Universitetet i Oslo, Oslo.
- Rienecker, L., Jørgensen, P.S., Skov, S. & Landaas, W. (2013). *Den gode oppgaven: håndbok i oppgaveskriving på universitet og høyskole* (2. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Rolstadås, A. (2008). *Applied project management : how to organize, plan and control projects*. Trondheim: Tapir Academic Press.
- Rolstadås, A. (2014). *Praktisk prosjektledelse: fra idé til gevinst*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Rolstadås, A., Krokan, A. & Dyrhaug, L.T. (2017). *Teknologien endrer samfunnet*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Rolstadås, A. & Schiefloe, P.M. (2017). Modelling project complexity. *International Journal of Managing Projects in Business*, 10(2), 295–314. doi:10.1108/IJMPB-02-2016-0015
- Rolstadås, A., Tommelein, I., Schiefloe, P.M. & Ballard, G. (2014). Understanding project success through analysis of project management approach. *International Journal of Managing Projects in Business*, 7(4), 638–660. doi:10.1108/IJMPB-09-2013-0048
- Rousseau, D., Sitkin, S., Burt, R. & Camerer, C. (1998). Not so different after all: A cross-discipline view of trust. *Academy of Management. The Academy of Management Review*, 23(3), 393–404. doi:10.5465/AMR.1998.926617
- Røvik, K.A. (2007). *Trender og translasjoner: ideer som former det 21. århundrets organisasjon*. Oslo: Universitetsforlaget.



- Schiefloe, P.M. (2015). *Sosiale landskap og sosial kapital: nettverk og nettverksforskning* (2. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Schiefloe, P.M. (2018). *Analyzing and developing organizations: The pentagon approach*. Trondheim: NTNU Samfunnsforskning (working paper).
- Shenhar, A. (2001). One size does not fit all projects: Exploring classical contingency domains. *Management Science*, 47(3), 394–414. doi:10.1287/mnsc.47.3.394.9772
- Shenhar, A. & Dvir, D. (2007). *Reinventing project management: the diamond approach to successful growth and innovation*. Boston, Massachusetts: Harvard Business Review Press.
- Simon, H.A. (1981). *The sciences of the artificial* (2. utg.). Cambridge, Mass: MIT Press.
- Skjølvik, T., Voldsund, K.H. & Keeping, D. (2016). *Forretningsforståelse*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Smith, K.A. & Kampf, C. (2013). *Teamwork and project management* (4. utg.). New York: McGraw-Hill education.
- SNL. Stoe Norsk Leksikon. *Fraktaler* fra <https://snl.no/fraktal>
- Snowden D (2002). Complex acts of knowing: paradox and descriptive self-awareness. *Journal of Knowledge Management*, 6(2), 100-111. doi:10.1108/13673270210424639
- Snowden, D.J. & Boone, M.E. (2007). A leader's framework for decision making. *Harvard Business Review*, 85(11), 68.
- Tidd, J. & Bessant, J.R. (2013). *Managing innovation: integrating technological, market and organizational change*. Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Tjora, A.H. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3. utg.). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Varanini, F., Ginevri, W. & Varanini, F. (2012). *Projects and complexity*. Boca Raton: CRC Press.
- Williams, T. (2002). *Modelling complex projects*. Chichester: Wiley.
- Wilson, E.O. (1971). *The insect societies*. Cambridge, Mass.: Belknap Press.
- Wit, B.d. (2017). *Strategy: an international perspective* (6. utg.). Andover: Cengage Learning.
- Wysocki, R.K. & Bentley, C. (2016). *Global complex project management: an integrated adaptive agile and PRINCE2 lean framework for achieving success*. Plantation, Florida: J. Ross Publishing.

