

VEILEDNING I HÅNDTERING AV USIKKERHET

2. utgave 2008

Henvendelse vedrørende PRINSIX og Forsvarets metode for håndtering av usikkerhet kan rettes til PRINSIX sekretariatet.

Copyright @ 2008 PRINSIX sekretariat

Forsvaret

Foto: Forsvarets Mediesenter

Alle rettigheter forbeholdes

ISBN 978-82-997791-0-4 (pdf)

Forord

Både private og offentlige aktører har erfart betydelige budsjettoverskridelser, forsinkelser og mangelfull kvalitet i gjennomføringen av prosjekter. På slutten av 80-årene startet Forsvaret sitt arbeid med utvikling og innføring av et felles system for styring av sine prosjekter - PRINSIX. I forbindelse med dette arbeidet ble det på 90-tallet lansert tanker om også å etablere prosedyrer og verktøy for håndtering av usikkerhet i prosjektene. Behovet for slike prosedyrer og verktøy ble også påpekt av «Roderburgutvalget» (juli 1992) og i Stortingsmelding nr 17 (1992 - 1993) om «Forsvarets materiellanskaffelsesvirksomhet og prosjektstyring».

For å konkretisere disse tankene, og følge opp de politiske styringssignalene i Stortingsmeldingen, ble det i 1993 etablert et samarbeidsprosjekt mellom Forsvaret, Det Norske Veritas (DNV) og Aerospatiale Missiles (ASM). Prosjektet ble gitt benevnelsen «Criticality Management Tools» (CMT), og hadde som formål å fremskaffe og innføre prosesser, [metoder](#) og verktøy for håndtering av usikkerheter i prosjekter. Dette arbeidet konsentrerte seg om å utvikle et prosessorientert EDB-verktøy for usikkerhetsstyring.

Under gjennomføringen av «CMT - prosjektet» erkjente Forsvaret at det generelle kompetanse- og modenhetsnivået med hensyn til prosjektledelse under usikkerhet var relativt lavt. For å bøte på dette ble det besluttet å utarbeide en «enkel» metodikk for håndtering av usikkerhet i prosjekter som skulle implementeres i Forsvarets organisasjon i forkant av CMT med tilhørende EDB-baserte støtteverktøy. Til dette arbeidet ble det innhentet faglig assistanse fra Metier Scandinavia AS og Gemba AS. Resultatet av dette arbeidet ble en generisk [metode](#) som satte arbeidet med usikkerhetshåndtering inn i et helhetlig prosjektledelsesperspektiv.

Denne veilederen beskriver Forsvarets [metode](#) for usikkerhetsledelse. Metodikken er generisk for alle typer prosjekter, og - brukt med forstand - velegnet for usikkerhetsledelse i store så vel som små prosjekter. Målgruppen for veilederen er primært prosjekteiere, prosjektledere og prosjektmedarbeidere som ønsker å få en innføring og økt forståelse av usikkerhetsledelse som fag.

I 3. opplag er veilederen frigjort fra Forsvarets organisasjon (som er under omstilling) og investeringskonseptet. Alle krav til gjennomføring av usikkerhetsanalyser og kvalitetssikringer, rapportering, styring, osv. gjennom prosjektets livssyklus omfattes derfor ikke av veilederen, men er lagt til PRINSIX' øvrige prosedyrer. For øvrig er en del feil blitt rettet, og noe av stoffet er omredigert for å klargjøre stoffet og sikre konsistens i begrepsbruken.

Veilederen har fortsatt primærfokus på gjennomføring og resultatmål (prosjektperspektivet); det vil si ytelse, tid og kostnad.

Innhold

VEILEDNING I HÅNDTERING AV USIKKERHET	2
FORORD.....	4
INNHold.....	5
KAPITTEL 1 PROSJEKTLEDELSE OG USIKKERHET.....	9
1.1 NYE PROSJEKTER GIR NYE UTFORDRINGER.....	9
1.2 USIKKERHET	10
1.3 USIKKERHETSLEDELSE.....	10
1.4 DET TOTALE USIKKERHETSBILDET	12
1.5 SENTRALE FORUTSETNINGER FOR Å LYKKES	13
1.6 OPPSUMMERING	14
KAPITTEL 2 USIKKERHETSLEDELSE I PROSJEKTER	15
2.1 RETNINGSLINJER OG KRAV	15
Eksempel	15
2.2 PROSJEKTETS MÅL OG RAMMER	15
2.2.1 <i>Prosjektmål</i>	15
Eksempel – NSB Gardermobanen.....	17
Oppsummering	17
2.2.2 <i>Etablering av ytelse, kostnads- og tidsramme i prosjektet</i>	18
2.2.3 <i>Gjennomføringsplan og usikkerhet</i>	19
Eksempel – Nytt fabrikkbygg	19
2.2.4 <i>Kostnadsestimat, budsjett og usikkerhet</i>	22
2.2.5 <i>Prosjektevaluering og alternativer</i>	24
2.3 AKTØRER, KONTRAKTER OG USIKKERHET.....	25
2.3.1 <i>Aktørene</i>	25
1. Usikkerhet koster.....	26
2. Usikkerhet i prosjektet endres ikke selv om kontrakten signeres	26
3. Usikkerhet skal reflekteres i aktørenes mål og rammer	26
4. Usikkerhet kan bli en konkurransefordel	26
5. Usikkerhet eies til syvende og sist av oppdragsgiver.....	26
2.3.2 <i>Kontraktsprosessen</i>	27
2.3.3 <i>Kontraktsstrategi</i>	29
2.3.4 <i>Kontraktsformater</i>	31
2.4 OPPSUMMERING	33
KAPITTEL 3 USIKKERHET I PROSJEKTETS FASER.....	34
3.1 FORSVARETS PROSJEKTMODELL.....	34
3.2 PROSJEKTFASER OG USIKKERHET	34
3.3 USIKKERHETSLEDELSE OVER FASENE	36
3.4 OPPSUMMERING	37
KAPITTEL 4 DEN MENNESKELIGE FAKTOR.....	38

4.1	MENNESKET SOM TENKENDE VESEN	38
1.	Frykt	39
2.	Selvillit	40
3.	Motivasjon.....	40
4.	Psykisk styrke.....	40
5.	Kognitive evner	40
6.	Evner, kunnskap, kompetanse og erfaring	40
7.	Forutinntatthet	40
4.2	MENNESKER I PROSJEKTER	41
4.3	MENNESKER I GRUPPER.....	42
4.3.1	<i>Grupper og vurderinger</i>	42
4.3.2	<i>Gruppeprosesser – utfordringer</i>	43
4.3.3	<i>”De seks tenkende hatter” – en metode for styring av gruppeprosesser</i>	43
	Hvit hatt.....	45
	Rød hatt	45
	Svart hatt	45
	Gul hatt.....	45
	Grønn hatt.....	45
	Blå hatt	45
4.4	OPPSUMMERING	46
KAPITTEL 5 FORSVARETS METODE FOR USIKKERHETSLEDELSE		47
5.1	FORMÅL	47
5.2	PROSESSEN	47
5.3	DELPROSESS 1: PLANLEGGING AV USIKKERHETSLEDELSE	49
5.3.1	<i>Målsetning</i>	49
5.3.2	<i>Innhold</i>	49
	Mål og plan for prosessen	49
	Prosjektmål.....	49
	Rammebetingelser og grunnlagsdata	50
	Oppdatering av plan for usikkerhetsledelse	51
5.3.3	<i>Utdata</i>	51
	Plan for usikkerhetsledelse.....	51
5.4	DELPROSESS 2: USIKKERHETSANALYSE.....	52
5.4.1	<i>Målsetning</i>	52
5.4.2	<i>Innhold</i>	52
	Trinn 1: Mål og definisjon av analysen.....	52
	Trinn 2: Identifikasjon og systematisering	53
	Trinn 3: Estimering	54
	1. Modellering	54
	2. Kvantifisering.....	54
	3. Beregninger (kvantitative modeller)	54
	4. Resultater.....	54
	Trinn 4: Kommunikasjon	55
	Trinn 5: Tiltaksplan.....	55
5.4.3	<i>Utdata</i>	55
	Usikkerhetsmanual	55
	Usikkerhetsrapport	56
5.5	DELPROSESS 3: OPPFØLGING	56
5.5.1	<i>Målsetning</i>	56

5.5.2	Innhold	56
5.5.3	Utdata.....	57
	Oppdatert usikkerhetsmanual	57
KAPITTEL 6	TEKNIKKER VED MÅL OG DEFINISJON AV ANALYSEN.....	58
6.1	KARTLEGGING AV MÅL OG AMBISJONSNIVÅ	58
6.2	KARTLEGGING AV PROSJEKTETS KARAKTERISTIKA - SITUASJONSKARTET	58
KAPITTEL 7	TEKNIKKER FOR IDENTIFISERING.....	60
7.1	BRAINSTORMING.....	60
7.2	SJEKKLISTER.....	61
7.3	INTERVJUER	61
7.4	SWOT-ANALYSE	61
7.5	INTERESSENTANALYSE.....	62
KAPITTEL 8	TEKNIKKER FOR SYSTEMATISERING	64
8.1	ESTIMATUSIKKERHET OG HENDELSER.....	64
	Estimatusikkerhet	64
	Hendelsesusikkerhet.....	65
	Eksempler.....	65
8.2	GRUPPERING AV USIKKERHET OG SCENARIOANALYSE	66
8.3	INTERN, EKSTERN OG EKSTREM USIKKERHET	66
8.4	GRUPPERING ETTER ANSVAR.....	67
KAPITTEL 9	TEKNIKKER FOR ESTIMERING AV USIKKERHET	68
9.1	GOD PRAKSIS VED MODELLERING AV PROSJEKTETS TOTALE USIKKERHET	68
	Eksempel - Prosjektorganisasjon	69
9.2	KVALITATIV HENDELSESANALYSE	70
9.2.1	Bruk	70
9.2.2	Metode.....	70
9.2.3	Eksempel – Prosjekt “Utvikling”	72
9.3	ENKEL ESTIMATANALYSE – BEREGNINGER VED ANALYTISKE METODER	74
9.3.1	Bruk	74
9.3.2	Metode.....	74
	Noen sentrale begreper og teori	74
	Eksempel – prosjekt ”Utvikling”	76
9.4	ESTIMATANALYSE – BEREGNINGER VED SIMULERING	79
9.4.1	Bruk	79
9.4.2	Metode.....	79
	Scenario modellering.....	79
	Nodekonvensjon.....	80
	Scenariomodell - eksempel	81
KAPITTEL 10	FASTSETTING AV KOSTNADSRAMME FOR PROSJEKT	82
10.1	OVERORDNET KOSTNADSNEDBRYTNINGSSTRUKTUR	84
10.2	TEORETISK GRUNNLAG	85
10.3	TEKNIKK.....	92
10.3.1	Estimatusikkerhet.....	92
10.3.2	Hendelsesusikkerhet.....	96
10.4	KONSEPTFASEN	97
10.5	DEFINISJONSFASEN (& UTVIKLING)	99

10.6	USIKKERHETER SOM LIGGER PÅ PORTEFØLJENIVÅ	100
10.7	DISPONERING AV AVSETNING OG OPPFØLGING AV KOSTNADER	101
10.8	OPPSUMMERING	105
KAPITTEL 11 KOMMUNIKASJON		106
11.1.1	<i>Kommunikasjon mellom deltakerne</i>	<i>106</i>
11.1.2	<i>Kommunikasjon med ledelsen</i>	<i>106</i>
11.1.3	<i>Kommunikasjon med eksterne aktører</i>	<i>106</i>
KAPITTEL 12 TEKNIKKER FOR TILTAKSPLANLEGGING		108
12.1	IDENTIFISERING AV TILTAK	108
12.2	TEKNIKKER OG VERKTØY FOR TILTAKSPLANLEGGING	108
12.3	UTARBEIDELSE AV TILTAKSPLAN	109
12.3.1	<i>Eksempel</i>	<i>110</i>
LITTERATUR		112
VEDLEGG E TERMINOLOGI		113
VEDLEGG F SJEKKLISTER FOR IDENTIFIKASJON AV USIKKERHET		117
	Interne usikkerheter	117
	Eksterne usikkerheter	118
	Ekstreme sikkerheter	119

Kapittel 1 Prosjektledelse og usikkerhet

1.1 Nye prosjekter gir nye utfordringer

Prosjektledelse som fag og metodikk har i de siste tiår vunnet ry som et effektivt verktøy for å løse utfordrende og komplekse oppgaver innenfor ofte stramme kostnads- og tidsrammer. Selv om man kan argumentere for at også de gamle egypterne og andre velutviklede kulturer benyttet prosjektledelse til fremstilling av storslagne byggverk, regner man at prosjektledelse som fag ble etablert i 1950-årene som følge av storstilt etterkrigsaktivitet. En sentral aktør i utviklingen av [metodene](#) var det amerikanske forsvar, som tidlig så behovet for nye teknikker til å styre kompliserte oppgaver. De er blant annet opphavet til [nettverksmetoden](#) og [PERT](#) metoden ("Project Evaluation and Review Technique"). I Norge ble faget prosjektledelse introdusert gjennom de store utbyggingene i Nordsjøen, som startet på slutten av sekstitallet. Siden denne tid har faget fått stadig større utbredelse og benyttes nå i de fleste bransjer og organisasjoner, offentlige som private.

God prosjektledelse er å planlegge og gjennomføre [prosjektet](#) slik at verdiskapningen blir størst mulig for [prosjekteier](#). Dette innebærer at prosjektet skal nå sine effektmål innenfor rammen av de tre parametrene [ytelse, tid og kostnad](#). Moderne prosjekters mål skal ikke være statiske og predefinerte, men utvikles gjennom prosjektets faser for å dra nytte av [muligheter](#) som avdekkes for forbedringer og økt verdiskapning. Dette setter store krav til at rammene i prosjektet er oppdaterte og realistiske slik at prosjektet hele tiden er styrbart.

Prosjektleder møter mange utfordringer før prosjektet er trygt i havn. Prosjekteier setter stadig strengere krav til gjennomføringstid og nytte, samtidig som påvirkning fra prosjektets omgivelser øker i omfang og kan innebære konsekvenser for grad av måloppnåelse. Dette medfører store krav til nytenkning og kreativitet i prosjektets utviklingsfaser, bruk og utvikling av nye konsepter og teknologi, kostnadseffektivitet, samt utvikling av nye samarbeidsformer og avtaleverk. For å møte slike utfordringer kreves det effektive, motiverte og kompetente [prosjektorganisasjoner](#), som fungerer i høy hastighet og under stor usikkerhet.

Krav om mer effektive prosjekter stiller også krav om kompetent og beslutningsdyktig prosjektledelse. Sentralt her er å etablere et styringsunderlag som hele tiden reflekterer prosjektets virkelighet, samt innføre en proaktiv styringskultur som håndterer den stadig større andel av uforutsigbarhet i prosjektet. Dette gjøres i flere og flere organisasjoner ved å innføre usikkerhetsledelse som ny dimensjon i faget prosjektledelse.

Prosjektet utvikles fra idé til produkt gjennom en [fasemodell](#) (som definert i PRINSIX). Prosjekter kan være komplekse med ambisiøse mål, strekke seg over lang tid, og medføre store investeringer. Det vil derfor alltid være usikkerhet knyttet til forutsetninger for [tidsplaner](#), kostnadsestimater, markedsforhold, teknisk innhold, organisasjonens sammensetning og kompetanse, krav til kvalitet, leverandørers gjennomførbarhet etc. Usikkerhet i prosjektet har sammenheng med omfang og kompleksitet samt krav til mål og rammer.

Formålet med usikkerhetsledelse er å systematisk avdekke potensielle og reelle usikkerhetslementer, og deretter påvirke disse gjennom tiltak for derved å øke sannsynligheten for at prosjektet når sine mål. Det viser seg at svært mange av de usikkerhetslementene som har materialisert seg i prosjekter, kunne vært unngått ved kontinuerlig og systematisk

usikkerhetsledelse. For prosjektene betyr usikkerhetsledelse at prosjektet inntar en proaktiv holdning og en speiderkultur, "alltid beredt". Dette vil forbedre sannsynligheten for å nå målene innenfor de mål og rammer som gir høy verdiskapning for prosjekteier.

1.2 Usikkerhet

Definisjoner:

- *Usikkerhet er gitt ved differansen mellom den informasjon som er nødvendig for å ta en sikker beslutning og den tilgjengelige informasjon. Usikkerhet påvirker mål og rammer i [prosjekter](#). Prosjektets totale usikkerhet er summen av alle usikkerhetselementer.*
- *Usikkerhetselementer som kan medføre positive [konsekvenser](#) for prosjektet kalles [muligheter](#), og usikkerhetselementer som kan medføre negative konsekvenser for prosjektet kalles [risiko](#).*

Prosjektets arena er fremtiden. Dette betyr at prosjekter fødes og drives frem under stor grad av usikkerhet. Prosjektet kan planlegges med realistiske målsettinger og forutsetninger, og man kan etablere [tidsplaner](#) og kostnadsestimater basert på erfaringer, kunnskap og tilgjengelig informasjon. Men prosjektet befinner seg i konstant utvikling som følge av at man under hele planleggingsprosessen øker kunnskap og innsikt i prosjektet gjennom læring og tilgang på informasjon. Dette medfører at innhold, tidsplaner og kostnadsestimater utvikles og forbedres over tid, som følge av at [usikkerhet](#) utnyttes eller reduseres. I tillegg befinner prosjektet seg i kontakt med omgivelser som er i endring og/ eller som påvirker prosjektets mål i positiv eller negativ retning.

Usikkerhet kan medføre store [konsekvenser](#) for [prosjekter](#). Når prosjektet er gjennomført, er sjelden ytelse og oppnådde resultater identisk med det som var planlagt. Resultatene vil variere i større eller mindre grad i forhold til det planlagte, alt fra svært mye dårligere til svært mye bedre. Dette kan bla skyldes at prosjektet endrer kurs underveis ved at man introduserer endringer som bidrar til å gjøre prosjektet bedre, eller at man oppdager at prosjektets mål og rammer var urealistiske, og at sluttproduktet dermed ikke vil være i stand til å møte prosjektets mål.

I prosjekter kan man si at "mye kan skje, og noe vil skje". Usikkerhetselementene har altså ulik [sannsynlighet](#) for å inntreffe, og samtidig kan forskjellige usikkerhetselementer ha vidt forskjellige konsekvenser for prosjektets mål. Prosjektledelsen er derfor avhengig av en [metode](#) for usikkerhetsledelse som systematisk får frem usikkerheten med tilhørende tiltak som kan påvirke sannsynlighet eller [konsekvens](#) til beste for prosjektet.

1.3 Usikkerhetsledelse

Usikkerhetsledelse er en kontinuerlig og systematisk [prosess](#) for å planlegge og gjennomføre usikkerhetsanalyser, overvåke usikkerhet og å følge opp tiltak. Målsettingen er å øke sannsynligheten og konsekvensen av muligheter og å redusere sannsynlighet og konsekvens for risikoelementer.

Usikkerhetsledelse skal fremskaffe og vedlikeholde et realistisk styrings- og beslutningsunderlag. Usikkerhetsledelse inkluderer identifikasjon og analyse av usikkerheten som påvirker prosjektet, i den hensikt å identifisere og gjennomføre tiltak for å bedre prosjektet. Tiltak gjennomføres for å:

- Utnytte [muligheter](#)
- Redusere [risiko](#)
- [Akseptere usikkerhet](#)
- Overføre usikkerhet

Prosjektet kan utnytte muligheter ved eksempelvis å velge et konseptalternativ basert på ny teknologi. Dette konseptet kan medføre store besparelser dersom man lykkes innenfor mål og rammer. På den andre side finnes det lite erfaringer med den nye teknologien, som igjen medfører mulige negative konsekvenser. Nytenkning, ambisiøse mål og rammer, samt alternative samarbeidsformer kjennetegner et prosjekt på jakt etter muligheter.

Prosjektet kan gjennomføre tiltak for å redusere risiko ved eksempelvis å basere konseptet på velkjent teknologi. Da eksponerer man seg ikke for usikkerheten ved å utvikle ny teknologi selv om mulighetene da kan være større.

Prosjektet kan velge å [akseptere usikkerhet](#) ved å velge å ikke iverksette tiltak. Da bør man ta høyde for at usikkerheten kan påvirke prosjektet gjennom et påslag for usikkerhet i kostnadsestimatet og gjennom innføring av slakk (flyt) i [tidsplanen](#).

Sist, men ikke minst, kan [usikkerhet](#) overføres til en annen part gjennom avtaler, kontrakter og forsikringsordninger. En [priskontrakt](#) overfører usikkerheten til leverandøren, og [oppdragsgiver](#) må betale en [risikopremie](#). Det sentrale i kontrakter er fordeling av ansvar og usikkerhet, samt hvilke premie som skal tilfalle den som eier usikkerheten.

Usikkerhetsledelse har følgende positive effekter på prosjektet:

- Synliggjør usikkerhet i beslutnings- og styringsunderlag og setter prosjektet i stand til å etablere realistiske mål og rammer
- Setter kreativiteten i sving hos prosjektleder og [prosjektorganisasjonen](#)
- Øker forståelsen for hvordan usikkerhet påvirker prosjektet, og man blir bedre i stand til å utnytte [muligheter](#) og redusere [risiko](#)
- Bidrar til å forbedre kommunikasjon i prosjektet og stimulerer til åpenhet rundt usikkerhet i prosjektet

Usikkerhetsledelse i prosjektet kan kun bidra til å forbedre prosjektet dersom prosjektleder agerer som følge av informasjon avdekket i prosessen. En tiltaksplan må etableres og følges opp som et resultat av [usikkerhetsprosessen](#). Denne inneholder aktiviteter som ved gjennomføring vil bidra til å:

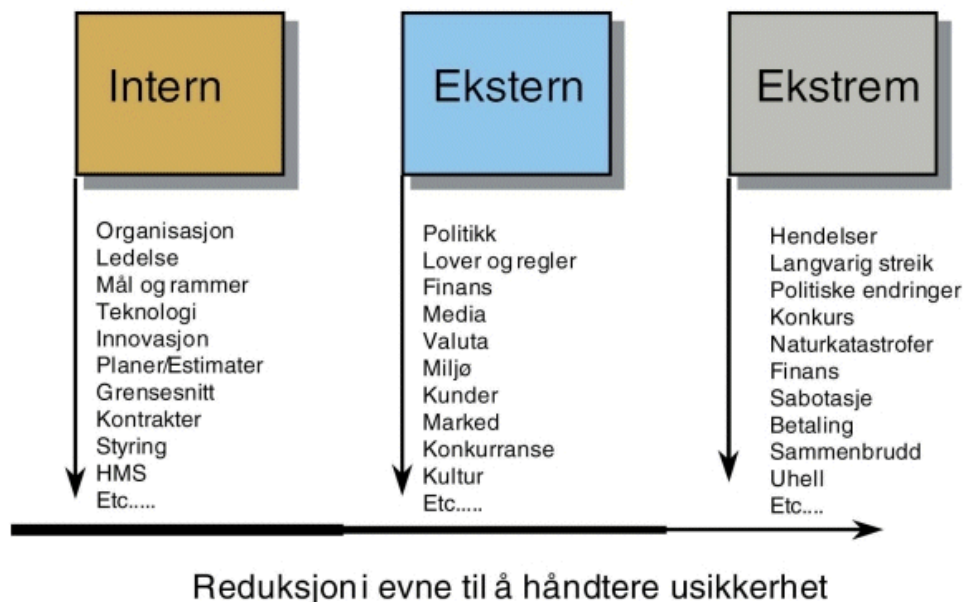
- Etablere realistiske prosjektmål
- Etablere og sikre et realistisk kostnadsestimat og budsjett
- Etablere og sikre realistiske milepæler i tidsplanen
- Korrigere styring og gjennomføring

- Påvirke omgivelsene og interessenter
- Understøtte valg av kontraktsstrategi og prisformat
- Introdusere andre/nye innsatsfaktorer i prosjektet ved endringer eller avvik
- Utarbeide beredskapsplaner dersom den valgte strategi ikke lykkes
- Fremskaffe informasjon
- Fordele usikkerhet mellom parter; [oppdragsgiver](#) og leverandør
- Forbedre evaluering av tilbud og valg av leverandør
- Overføre usikkerhet gjennom kontrakter

Usikkerhetsledelse gjennomføres på en slik måte at man utnytter kunnskap, erfaringer og kreativitet som finnes i prosjektorganisasjonen. Usikkerhetsledelse gjennomføres for å øke sannsynligheten for å oppnå effektmål innenfor gjeldende mål knyttet til ytelse, tid, og kostnader.

1.4 Det totale usikkerhetsbildet

Det er mange usikkerhetselementer som påvirker prosjektets mål. Det er derfor viktig å si disse etter grad av [sannsynlighet](#) og størrelse på [konsekvens](#), samtidig som man må fokusere på hele usikkerhetsbildet. Figur 1.1 Helhetlig usikkerhetsbilde **Feil! Fant ikke referansekilden.** illustrerer et helhetlig bilde av prosjektusikkerhet.



Figur 1.1 Helhetlig usikkerhetsbilde

Den "interne" usikkerhet er usikkerhet som oppstår som følge av at [prosjektet](#) planlegges og gjennomføres. Prosjektet har stor påvirkning på denne usikkerheten, og har dermed store muligheter til å håndtere den. Defineres eksempelvis prosjektet med urealistisk målsetting knyttet til kostnadsrammen, er sannsynligheten for å lykkes lav. Endrer man målsettingen til en realistisk ramme, øker sannsynligheten for å lykkes. Er [prosjektorganisasjonen](#) et [usikkerhetselement](#) som følge av manglende kompetanse, kan man tilføre kompetanse eller

foreta utskiftninger.

Den ”eksterne” usikkerhet oppstår som følge av at prosjektet planlegges og gjennomføres med mange ulike interessenter i omgivelsene. Med interessenter menes alle som kan påvirke prosjektet eller blir påvirket av prosjektet, alt fra linjeledere til naboer og interesseorganisasjoner. Et prosjekt kan eksempelvis være avhengig av at det fattes et politisk vedtak om gjennomføring, prosjektet kan være avhengig av en byggetillatelse og en utslippstillatelse osv. I den senere tid har også media befattet seg mye med sensitive prosjekter og kan derfor også i stor grad påvirke prosjektets mål. Den eksterne usikkerheten kan man ikke håndtere i sin helhet. Prosjektet skal være bevisst de eksterne [muligheter](#) og [risiko](#) som påvirker prosjektet, og sørge for at prosjektet møter de krav som stilles eller gjennomføre tiltak for å være forberedt på ekstern påvirkning.

Den ”ekstreme” usikkerhet har typisk lav [sannsynlighet](#) for å inntreffe, men alvorlig [konsekvens](#). Disse finnes det mange av i alle prosjekter, men de inntreffer relativt sjelden. Prosjektet har svært liten mulighet til å påvirke disse usikkerhetene, og i de fleste tilfeller vil det ikke være hensiktsmessig å bruke tid på å håndtere [ekstrem usikkerhet](#). Når prosjektet har startet, og ekstreme [hendelser](#) inntreffer, er det lite man kan gjøre annet enn å håpe på at konsekvensene ikke blir alvorlige.

1.5 Sentrale forutsetninger for å lykkes

Usikkerhetsledelse skal gjennomføres som en del av god praksis i prosjektledelse. Det er viktig å understreke at man ikke ”plutselig” begynner å tenke usikkerhet fordi det er et krav at prosjektet skal gjennomføre en [usikkerhetsanalyse](#) i en fase. [Usikkerhetsfilosofien](#) må bli en del av prosjektets kultur, slik at denne form for tenkning gjennomsyrrer all planlegging og styring. Prosjektet vil også oppleve at usikkerhetsledelse er en lærings- og modningsprosess, og at medarbeiderne vil oppleve prosessen som kreativ og utfordrende.

Følgende forutsetninger må være på plass for å oppnå ønskede resultater:

- Sterkt engasjement fra ledelsen
- [Usikkerhetskultur](#) og –holdninger
- Integrert [prosess](#) og eierskap
- Levende tiltaksplaner
- Synliggjøring av resultater
- Erfaringsoverføring

En forutsetning for å lykkes med innføring av usikkerhet som styringsparameter, er at mål, [metoder](#) og teknikker er forankret hos [prosjekteier](#) og prosjektleder. Beslutningstakere må ha en grunnleggende forståelse for hvordan [usikkerhet](#) påvirker prosjektets mål, og evne å integrere usikkerhetsledelse i planleggings- og styringsprosessene. Ledelsen bør påvirke organisasjonen til å bli en lærende organisasjon innenfor dette feltet, samt bidra til å fremme åpenhet, kreativitet og kritisk tenkning. Det er [prosjektorganisasjonen](#) selv som skal få frem usikkerheten, og det er også denne som skal være ansvarlig for at tiltakene gjennomføres. Eierskap til usikkerhet, samt levende tiltaksplaner og rapportering, er derfor viktige forutsetninger. Til syvende og sist er det resultatene som teller også her, og det er derfor viktig å synliggjøre for alle i prosjektet at tiltakene fungerer og forbedrer prosjektet. En siste forutsetning for innføring er at usikkerhetslementer dokumenteres og overføres til andre prosjekter, for dermed å lære av det

som er gjort riktig og det som ble gjort feil.

1.6 Oppsummering

Alle prosjekter er av natur påvirket av usikkerhet. Målsettinger, ytelse, planer og estimerer er basert på forutsetninger knyttet til fremtiden, samtidig som prosjektene ofte er unike, med tilhørende manglende erfaringsgrunnlag. Prosjekter har også ofte ambisiøse målsettinger og krav til rask fremdrift. For at prosjektene skal være styrbare, må usikkerhetsledelse inkluderes som en del av prosjektets beslutnings- og styringsunderlag. Prosjektledelsen er derfor avhengig av en [metode](#) for usikkerhetsledelse som systematisk får frem [det totale usikkerhetsbildet](#) med tilhørende tiltak som kan påvirke [sannsynlighet](#) eller [konsekvens](#) til beste for prosjektet. Det er her viktig å fokusere på at usikkerhet består av både [muligheter](#) og [risiko](#). Usikkerhetsledelse er en utfordrende oppgave for prosjektet, og man vil oppleve at prosjektorganisasjonen må gjennom en lærings- og modningsprosess. En av de viktigste forutsetninger for å lykkes er derfor at prosjekteier og ledelse involverer seg i usikkerhetsledelsen i prosjektet.

Kapittel 2 Usikkerhetsledelse i prosjekter

Dette kapittelet fokuserer på grunnleggende forutsetninger for usikkerhetsledelse, hvordan [usikkerhet](#) påvirker prosjektets mål og rammer, og hvordan usikkerhet fungerer som en mekanisme i kontrakter mellom parter.

2.1 Retningslinjer og krav

Effektiv og systematisk usikkerhetsledelse er fundamentert i prosjektets spilleregler, eksempelvis i prosjektledelses- og prosjektstyringshåndbøkene i organisasjonen. I Forsvaret er krav til planlegging og gjennomføring av prosjekter nedfelt i PRINSIX. Dette sikrer en systematisk og ensartet usikkerhetsledelse som legger grunnlaget for en kontinuerlig forbedring av prosjektene, samt organisasjonslæring og erfaringsoverføring.

Ansvar for usikkerhet i prosjektet skal være klart fordelt mellom beslutningstakere i og over [prosjektet](#). Prosjekteier skal påse at alle prosjekter håndterer usikkerhet ut fra de krav og retningslinjer som er nedfelt. Prosjektusikkerhet skal rapporteres til ansvarlige i [linjen](#) på samme måte som fremdrift i prosjektet rapporteres.

Eksempel

Effektmålet beskriver hvorfor Forsvaret ønsker at prosjektet gjennomføres. Dersom prosjektet signaliserer at det ikke er mulig å nå effektmålet innenfor de rammer som er til rådighet, vil det i prosjektets tidlige faser være prosjekteiers ansvar å beslutte enten endring av effektmål eller endring av prosjektets rammer. Usikkerhet som ligger utenfor prosjektets forutsetninger, eksempelvis valutasvingninger eller endringer som innføres sent som følge av nye brukerbehov, er ikke prosjektleders ansvar. Dersom dette var prosjektleders ansvar, ville ikke prosjektet være styrbart. Dersom endringer innføres, må også prosjektleders rammer endres. En usikkerhet som helt klart eies av prosjektleder er eksempelvis grensesnittet mellom konstruktørene og et verft. Verftet er avhengig å få tegningene slik at arbeidet kan påbegynnes i henhold til kontrakt. Dersom tegningene er forsinket, kan dette medføre forsinkelser og kostnadsoverskridelser i prosjektet.

På prosjektnivå skal det være etablert en metodikk for usikkerhetsledelse som er praktisk anvendelig i alle faser av prosjektet, og som bidrar til å øke kvaliteten på styrings- og beslutningsunderlaget. Det skal også komme klart frem hvem som er ansvarlig for usikkerhet, både i og over prosjektet.

2.2 Prosjektets mål og rammer

2.2.1 Prosjektmål

Prosjektmål består av to hovedmål; effektmål og resultatmål. Effektmålet knytter prosjektet til Forsvarets strategi og beskriver altså hvorfor prosjektet gjennomføres. Resultatmålene beskriver de resultatene som kommer ut fra selve gjennomføringen av prosjektet. Resultatmålene er prosjekterleders ansvar. Man definerer målsettinger for prosjektets *ytelse*, *tid* og *kostnad*.

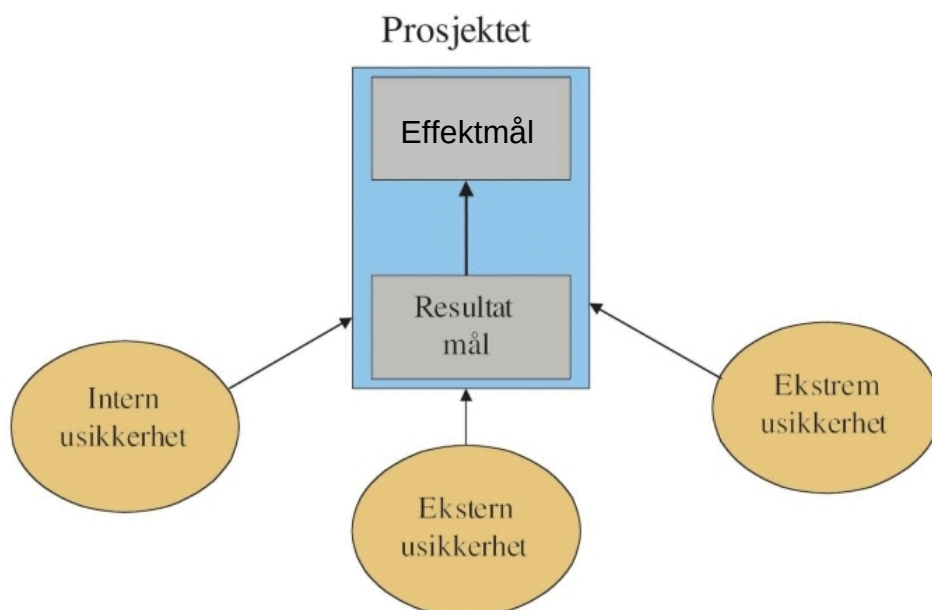
Hovedutfordringen i definisjon av prosjektmål er å etablere realistiske målsettinger som prosjektet kan avstemmes mot i planleggings- og realiseringsfasene. Målene bør derfor være konkrete og målbare. Effektmålet endres ikke i prosjektets levetid. Dersom dette endres som følge av endringer i behov eller endringer i trusselbildet, må også resultatmålene endres. Eventuelt at man etablerer prosjektet på nytt.

Resultatmålene utvikles over tid i prosjektets fasemodell. Når disse etableres for første gang, vil de inneholde en beskrivelse av prosjektets ytelse, en kostnadsramme og tidsramme. Beskrivelse av detaljer knyttet til ytelsen vil avhenge av prosjektets omfang, kompleksitet og innovasjon. Dersom prosjektet vet akkurat hva som skal utvikles, inneholder gjerne ytelsesmålet en god beskrivelse av konseptet allerede i tidligfase. Dersom det er stor grad av nyutvikling i prosjektet, inneholder gjerne den første ytelsesbeskrivelsen kun rammer for ytelsen, da utvikling av konseptets ytelse vil være en sentral del av planleggingsfasene.

Usikkerheten knyttet til kostnadsestimater og [tidsplaner](#) vil være stor i tidligfase av prosjektet. Dette henger sammen med at konseptet i liten grad er detaljert, slik at de første kostnads- og tidsestimater vil være såkalte grovestimat. En sentral del av de påfølgende fasene i prosjektet er nettopp å videreutvikle konseptet og etablere en spesifikasjon. Parallelt med dette skal også kostnads- og tidsestimatene utvikles. Usikkerheten i disse vil reduseres etter hvert som innhold og forutsetninger faller på plass. På denne måten utvikles resultatmålene over tid i prosjektet, og usikkerheten reduseres etter hvert som informasjon blir tilgjengelig.

Effektmål og resultatmål må henge klart sammen. Det produktet som er et resultat av prosjektet, må kunne føre til at effektmålet nås. Dersom det viser seg underveis at effektmålet er for ambisiøst, må enten effektmålet vurderes eller så må prosjektet revurderes.

Det er derfor sentralt at man allerede under etableringen av prosjektmål vurderer den [usikkerhet](#) som er knyttet til målene. Dette vil forbedre utgangspunktet for prosjektet, som skal være tuftet på velfunderte og realistiske målsettinger. I tillegg skal prosjektet være styrbart, det vil si robust og fleksibelt. Dersom for eksempel kostnadsrammen vil være styrende for ytelsen i prosjektet, må man sørge for at prosjektet tåler at noe usikkerhet materialiseres og at små endringer innenfor prosjektets forutsetninger kan forekomme uten at kostnadsrammen sprekker. Figur 2.1 Usikkerhet og prosjektmål illustrerer at usikkerhet påvirker prosjektets mål.



Figur 2.1 Usikkerhet og prosjektmål

Sannsynligheten for å nå målene vil i hele prosjektets levetid bli påvirket av det totale usikkerhetsbildet. For at prosjektet skal være styrbart, må derfor sannsynligheten for å nå målene være relativt høy. Dersom man har for ambisiøse resultatmål reduseres sannsynligheten for å lykkes. På den andre side, dersom man setter en høy kostnadsramme for å være på den sikre siden, kan man lett bruke mer penger enn nødvendig for å nå målene. Kostnads- og tidsmål bør derfor etableres som ambisiøse, men realistiske, slik at prosjektleder har noe å strekke seg etter.

Eksempel – NSB Gardermobanen

NSB Gardermobanen hadde følgende resultatmål knyttet til kostnads- og tidsmål:

- Investeringsramme godkjent av Stortinget: 4,6 milliarder NOK
- Tidsramme: 8. oktober 1998 (åpning av flyplassen)
- Lønnsomhet: internrente (mål for lønnsomhet i investeringer) på ca 20 % (basert på forutsetninger om at 40 % av flypassasjerer tar toget, samt på et anslag for billettpris)

Underveis i prosjektet viser det seg at investeringsrammen er urealistisk lav, og sluttprognosene går mot 10 milliarder NOK. Som følge av lekkasjer i Romeriksporten blir også åpningen av banen utsatt. I tillegg viser nye analyser av markedspotensialet at det sannsynligvis vil bli langt færre av flypassasjerene som vil benytte toget, som følge av økt konkurranse fra buss og taxi.

Alle resultatmålene viste seg å være urealistiske og altfor ambisiøse. Riksrevisjonens rapport konkluderte med at usikkerheten i prosjektet ikke var tilstrekkelig analysert ved etablering av målene. Det er mulig at banen aldri vil oppnå lønnsom drift, og dersom disse resultatmålene var kjent ved oppstart av prosjektet, ville nok ikke prosjektet blitt startet.

Et [prosjekt](#) kan nå effektmål selv om ikke resultatmål nås. Dersom effektmålet for NSB Gardermobanen var å etablere en miljøvennlig transportmetode til den nye flyplassen, som vil bidra til å redusere utslipp av CO2 med en definert mengde, er det mulig at dette målet nås. Dette vil avhenge av hvor mange som lar bilen stå og bruker toget.

Operahuset i Sydney er et godt eksempel på hvordan man kan mislykkes med resultatmålene men allikevel lykkes med effektmål. Kostnadsoverskridelsen her var ca 16 ganger opprinnelig estimat. Deler av effektmålet var å skape et spesielt bygg som skulle være et landemerke i Sydney havn. Man lyktes med det siste, og det er i dag et av de mest kjente byggverk i verden, samtidig som bygget har betalt tilbake investeringene mangfoldige ganger som følge av stor turiststrøm.

Oppsummering

Prosjektmål etableres for at prosjektet skal kunne styres mot definerte mål. Usikkerhetselementer påvirker prosjektmålene, og dermed sannsynligheten for å lykkes med prosjektet. Usikkerhetsvurderinger er derfor en sentral del av måletablering for å:

- Etablere realistiske effektmål
- Etablere realistiske resultatmål
- Sikre at effektmål og resultatmål henger sammen

Selv om det finnes eksempel på at et prosjekt kan nå den ene målsettingen og feile på den andre, er dette sjeldent. God praksis innenfor prosjektledelse innebærer at begge de etablerte målsettinger er realistiske og at prosjektet dermed er [styrbart](#).

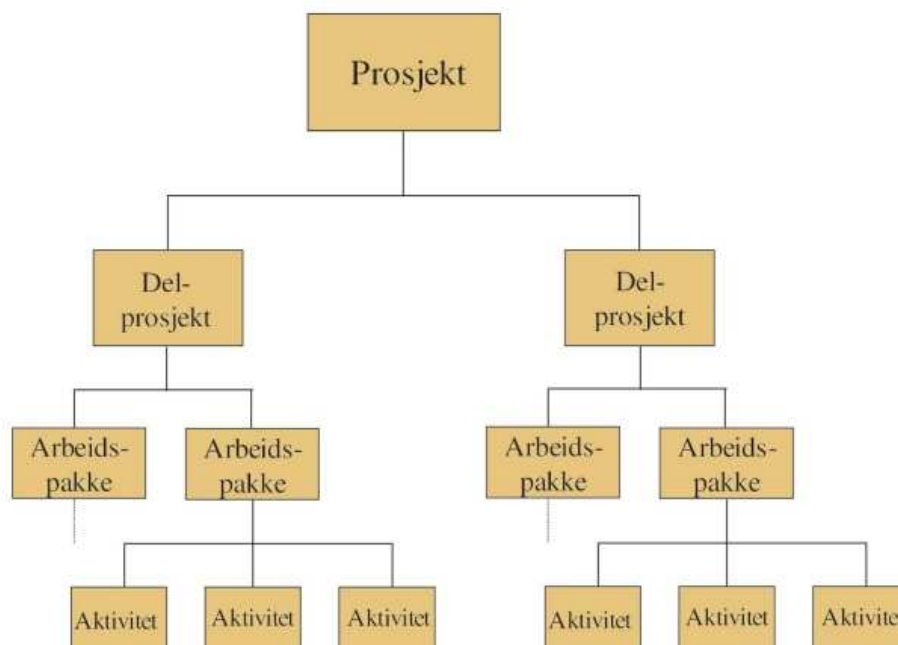
2.2.2 Etablering av ytelse, kostnads- og tidsramme i prosjektet

Resultatmålene ytelse, kostnad og tid (hva, hvor mye og når) henger tett sammen. Det er innholdet i [prosjektet](#) (ytelsen) som definerer kostnadene og aktivitetene i [tidsplanen](#). Ved høye krav vil kostnadene øke, og ved reduserte krav til ytelse vil kostnadene reduseres.

Systemets ytelse beskrives i kravdokumentene. Ved etablering av prosjektmål i konseptfasen vil ytelsen være definert som en skisse eller et konseptforslag. Innholdet er ikke beskrevet i detalj, og er basert på overordnede forutsetninger. Etter hvert som planleggingsprosessen går videre vil innholdet i kravdokumentet bli mer detaljert. Når planleggingsprosessen har kommet så langt at innholdet er "godt nok" beskrevet, vil kravdokumentet være underlag for en forespørsel til potensielle leverandører om å bistå i realisering av prosjektet.

Ved strukturering av innhold, planlegging og kostnadsestimering, benyttes en [metode](#) for å bryte ned prosjektet til målbare enheter. Dette kalles prosjektstruktur eller som på engelsk "work breakdown structure (WBS)".

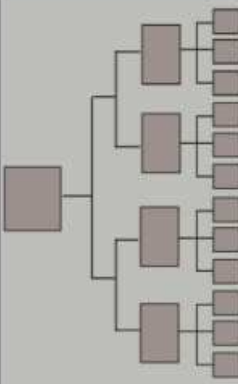
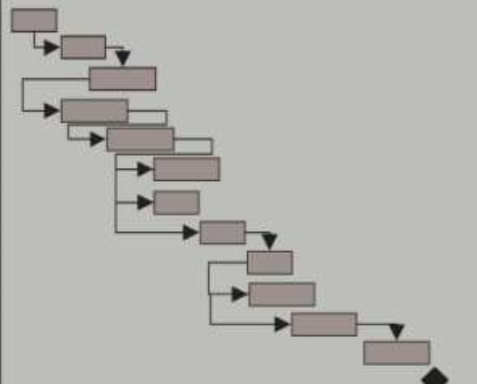
Figur 2.2 Eksempler på WBS viser et eksempel på en prosjektstruktur:



Figur 2.2 Eksempler på WBS

Et [prosjekt](#) brytes ned i delprosjekter, arbeidspakker og aktiviteter. Ved denne type "ovenfra - ned" planlegging kan man ut fra tilgjengelig informasjon velge hvilket nivå og hvilke detaljgrad man vil bryte prosjektet ned til. Det nederste nivå er aktivitetsnivå. En [aktivitet](#) er definert med et arbeidsomfang, tidsforbruk, ressursforbruk og kostnader, altså målbare enheter. Arbeidspakker er klynger med tilhørende aktiviteter, og delprosjektnivå reflekterer gjerne prosjektets hovedelementer. Arbeidsomfang i den enkelte aktivitet kan dermed aggregeres oppover i strukturen slik at man får et bilde av planlagt arbeidsomfang med tilhørende ressursforbruk og kostnader på total- og delprosjektnivå.

Beskrivelse av arbeidsomfanget gjennom aktiviteter er grunnlaget for å etablere tidsplaner og kostnadsestimater. Sammenhengen mellom ytelse, illustrert ved en prosjektstruktur, aktiviteter satt sammen til en [tidsplan](#), og kostnader avledet av ressursforbruk i aktivitetene, er illustrert i Figur 2.3 Sammenheng mellom ytelse, tid og kostnad.

Ytelse	Tid	Kostnad
	<i>Kalender</i>	<i>Alle tall i KNOK</i>
		300 500 700 900 300 250 600 720 980 240 400 180
Arbeidsomfang	Gjennomføringsplan, milepæler	Σ Estimat

Figur 2.3 Sammenheng mellom ytelse, tid og kostnad

Ved utarbeidelse av gjennomføringsplan for prosjektet knyttes aktivitetene på nederste nivå i prosjektstrukturen sammen ut fra den logiske sammenheng/ rekkefølge som er naturlig for aktivitetene. Aktivitetenes varighet beregnes ut fra arbeidsomfang (volum, mengde, timer etc.) og de ressurser og arbeidsmetoder som er planlagt benyttet. Ut fra en startdato vil dermed aktivitetenes plassering i forhold til kalendertid kunne defineres. Man vil så komme frem til en sluttmilepæl for prosjektet. Prosjektets første gjennomføringsplan er dermed etablert. Ut fra ressursforbruk med tilhørende priser/rater kan man beregne et estimat for kostnadene i prosjektet. Prosjektets første kostnadsestimat er dermed også etablert.

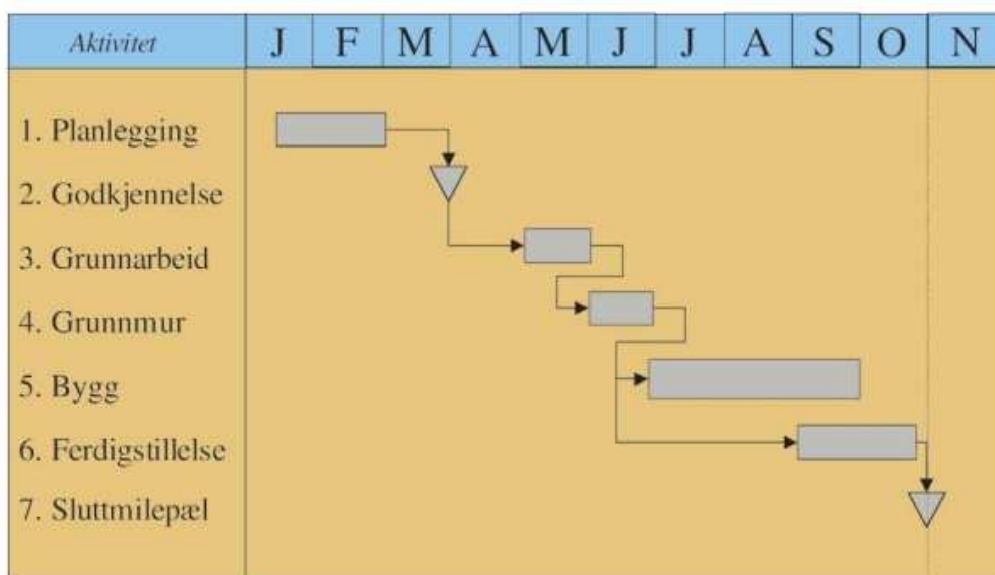
Videre detaljering og eventuelle endringer i prosjektets ytelse medfører oppdatering av innholdet i prosjektstrukturen og dermed også gjennomføringsplan og kostnadsestimat. Prosjektstrukturen, gjennomføringsplan og kostnadsestimat skal oppdateres underveis i prosjektet slik at disse reflekterer det arbeidet som i virkeligheten gjøres. Prosjektets fremdrift kan da rapporteres mot et realistisk underlag.

2.2.3 Gjennomføringsplan og usikkerhet

En gjennomføringsplan, eller [tidsplan](#), er et resultat av en prosjektstruktur. På nederste nivå beskrives aktivitetene med arbeidsomfang, ressursbehov og begrensninger i tilkomst. Ut fra erfaringsdata og kunnskap om oppgaven gjøres forutsetninger knyttet til volum, ressurstilgjengelighet og produktivitet, det vil si hvor mye tid som kreves for å ferdigstille oppgaven, altså aktivitetens varighet. I tillegg beskrives forutsetninger om hvilke rekkefølge aktivitetene skal gjennomføres i, og hvilke logiske sammenhenger som eksisterer mellom dem. Når prosjektet har fått frem dette grunnlaget for planen, skal dette igjen være gjenstand for en usikkerhetsvurdering. [Usikkerhet](#) knyttet til aktivitetene i gjennomføringsplanen medfører at prosjektets sluttdato ikke uten videre kan defineres som en bestemt dato. Prosjektets sluttdato kan defineres som et [utfallsrom](#), det vil si at prosjektet er ferdig innenfor et definert tidsrom. Figur 2.4 viser en tidsplan i et enkelt byggeprosjekt.

Eksempel – Nytt fabrikkbygg

Byggherren ønsker å sette opp et nytt fabrikkbygg. Tomten er kjøpt inn og Figur 2.4 Hovedplan viser hovedplanen i prosjektet. Fabrikkbygget settes opp like inntil et villaområde.



Figur 2.4 Hovedplan

Aktivitetenes varighet og sammenheng er definert ut fra de erfaringer byggherren har med liknende oppdrag. Hovedforutsetningene for planen er gjennomføring av prosjektet på vår, sommer og høst og dermed å unngå vintersesongen. Forutsetninger for aktivitetene er som følger: Tegningsunderlaget klart innen utgangen av februar, slik at byggetillatelse kan foreligge innen 1. april, grunnarbeidet gjennomføres i mai når telen er ute av jorda, grunnarbeid, grunnmur og bygg gjennomføres så med "slutt til start" forbindelse, det vil si at foregående [aktivitet](#) skal være avsluttet før neste påbegynnes. Det forventes at grunnarbeidet stort sett består av løsmasse (lite sprenging), og at byggmester styrer elektro og VVS innenfor byggaktiviteten. Ferdigstillelse inneholder småarbeider og avsluttende rydding og beplantning. Det forventes ingen knapphet på håndverkere, utstyr eller materialer. Prosjektets varighet er planlagt til 40 uker. Byggherren gjennomfører så en usikkerhetsvurdering av gjennomføringsplanen. Han velger for dette prosjektet å se bort fra ekstreme usikkerhetselementer, da erfaringer fra denne type prosjekter viser at disse svært sjelden inntreffer, samtidig som prosjektet i liten grad kan kontrollere dem. Følgende usikkerhetselementer har størst påvirkning på prosjektets sluttdato:

Intern	Ekstern
1. Ferdigstillelse av tegninger	1. Forsinkelse i byggetillatelsesprosessen
2. Tegninger i henhold til krav fra myndigheter	2. Nye miljøkrav
3. Beskaffenhets på grunnhold	3. Naboer
4. Tilgjengelighet på håndverkere	4. Pågang fra interesseorganisasjoner
5. Kompetanse og erfaring; produktivitet	5. Mediaomtale
6. Koordinering og styring av prosessen	6. Mulig utvidelse; følge av økende etterspørsel
	7. Vær

Figur 2.5 Usikkerhet som påvirker tidsplan

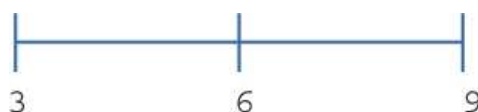
De fleste av de ovennevnte usikkerhetselementer medfører både [muligheter](#) og [risiko](#) for prosjektets mål og rammer. Grunnforholdene kan eksempelvis vise seg å være bedre enn forutsatt, men kan også inneholde mer fjell slik at grunnforholdene blir dårligere enn antatt.

Mediaomtale kan påvirke prosjektet både positivt og negativt, avhengig av innholdet i omtalen.

Usikkerhetselementene over medfører at de enkelte aktivitetene har et [utfallsrom](#) for hvor sluttresultatet i virkeligheten vil ende. Milepælen for godkjenning av byggesøknad avviker fra dette. Denne er hendelsesorientert, altså enten godkjennes søknaden eller så godkjennes den ikke. Byggetillatelse vedtas i møter som lokale byggemyndigheter avholder med bestemte mellomrom. Dersom man ikke oppnår byggetillatelse ved denne milepæl, må prosjektet vente til neste møte før saken kan komme opp igjen.

Nedenfor kommer eksempler på hvordan [usikkerhet](#) påvirker noen av aktivitetene i prosjektet.

Varigheten for [aktivitet](#) "Planlegging" er planlagt til 6 uker. Denne aktiviteten vil som følge av mulig påvirkning av de interne usikkerhetselementene 1 og 2, i positiv eller negativ retning, ha et utfallsrom som følger:



Figur 2.6 Utfallsrom for aktiviteten "Planlegging"

Som følge av usikkerhet knyttet til aktiviteten kan ferdigstillelse tidligst skje etter 3 uker dersom alt går knirkefritt. Den mest pessimistiske sluttdatoen er 9 uker dersom det tar lenger tid enn planlagt å produsere tegningene, eller dersom arbeidsomfanget må justeres som følge av krav fra byggemyndighetene. Alle mulige sluttider innenfor det definerte utfallsrom anses som mulige.

Milepæl "Godkjenning" av byggesøknad er påvirket av saksgang hos lokale myndigheter. Tegningene må tilfredsstille de krav som eksisterer. Mulige utslipp som påvirker miljøet, og som ikke er tatt høyde for, kan forsinke prosessen. Naboene kan trenere byggesaken dersom de ikke ønsker en fabrikk her, og interesseorganisasjoner, f eks foreldre bekymret for barns skolevei, kan kjempe mot prosjektet. Positiv eller negativ mediaomtale vil også ha svært mye å si for saksgangen og godkjennelsesprosessen. Dersom eksempelvis fabrikken skaffer sårt tiltrengte arbeidsplasser til kommunen, vil positiv mediaomtale bidra til å øke sannsynligheten for godkjenning av søknaden.

Milepælen er planlagt til 1. april. Dersom dette ikke oppnås, er neste dato 1. juni. Og dersom ytterligere utredninger pålegges prosjektet, er neste dato for mulig godkjenning 1. september. Utsettelsen av byggetillatelse kan beskrives som en [hendelse](#), og sannsynligheten for at den ikke godkjennes kan eksempelvis være 20 %, og konsekvensen er 2 måneders forsinkelse.

Aktivitet "Bygg" er påvirket av usikkerhetselementene 4, 5 og 6. Ved god tilgjengelighet på erfarne håndverkere som styres av en flink byggeleder kan bygget ferdigstilles raskt. Dersom det er vanskelig å skaffe tilveie gode håndverkere og erfaren byggeleder, kan dette få store konsekvenser for ferdigstillellesdato. Planlagt varighet for aktiviteten er 12 uker. Utfallsrommet for varigheten basert på usikkerhetselementene antas som følger:



Figur 2.7 Utfallsrom for aktiviteten "Bygg"

Mest optimistiske varighet er 9 uker, planlagt varighet er 12 uker, og mest pessimistiske varighet er 20 uker.

Mulige variasjoner i varigheter hos aktivitetene påvirker dermed også sluttdatoen. Ut fra aktivitetenes [utfallsrom](#) er følgende beregnet for sluttmilepælen i prosjektet:

Utfallsrommet viser at prosjektet tidligst kan ferdigstilles etter 34 uker, og at seneste ferdigstillelsesdato vil være 52 uker. Den planlagte varighet er 40 uker. Prosjektet skal være styrbart, og det er derfor viktig at prosjektets sluttdato ikke ligger for nær verken den optimistiske eller pessimistiske verdi. Prosjektleder må derfor ta stilling til om 40 uker skal være planlagt ferdigstillestid, eller om det vil være fornuftig å øke varigheten til 43 uker for dermed øke sannsynligheten for å nå målet. 43 uker representerer ett midtpunkt mellom optimistisk og pessimistisk tid. Dette vil da være en svært realistisk ferdigstillestid for prosjektet. Slike vurderinger må prosjektleder foreta i samsvar med nøkkelpersoner i og over prosjektet slik at alle har en omforent forståelse av hvordan [usikkerhet](#) påvirker prosjektet.

Når prosjektleder er klar over hvilke usikkerhetslementer som påvirker gjennomføringen av prosjektet, samt hvilke virkning de har for [tidsplanen](#), kan det etableres en tiltaksplan for å fremheve de positive [konsekvenser](#) av usikkerhet og undertrykke [risiko](#). Tiltak skal gjennomføres for å utnytte, redusere, akseptere eller overføre usikkerhet. Tiltakene må knyttes til prosjektets hovedplan, og hvert tiltak må knyttes til et personlig ansvar. Når tiltakene er gjennomført, vil sannsynligheten for å nå den planlagte ferdigstillelsesdato øke betydelig.

2.2.4 Kostnadsestimat, budsjett og usikkerhet

Ut fra arbeidsomfang, ytelseskrav og ressursbehov skal man estimere kostnadene. Arbeidsomfanget innenfor hver [aktivitet](#) estimeres i timer eller volum, og kostnadene fremkommer ved å multiplisere med en pris eller rate. Man gjennomfører så en vurdering av usikkerhet knyttet til estimatet, slik at målsetting og mest sannsynlig kostnad kan etableres.

Figur 2.8 Kostnadsestimat for prosjektet viser kostnadsestimatet knyttet til eksempelet:

<i>Aktivitet</i>	<i>Estimat, KNOK</i>
1. Planlegging	300
2. Grunnarbeid	2.000
3. Grunnmur	3.000
4. Bygg	7.000
5. Ferdigstillelse	700
6. Prosjektledelse	1.500
<i>Sum</i>	14.500

Figur 2.8 Kostnadsestimat for prosjektet

Ut fra forutsetninger om timer og volum, samt tilhørende timepriser og materialpriser har prosjektet kommet frem til at sluttsum vil være 14 500 000,- NOK. Estimatet vil, som aktivitetene i [tidsplanen](#), være påvirket av usikkerhetslementer. Figur 2.9 Usikkerhetslementer som påvirker kostnadene illustrerer noen usikkerhetslementer som påvirker kostnadene i prosjektet:

Intern	Ekstern
1. Timepriser, håndverkere	1. Markedsutvikling
2. Produktivitet - antall timer virkelig	2. Konkurranse, dvs tilgjengelighet på håndverkere
3. Materialpriser	3. Innkjøpskanaler
4. Massevolum	4. Endringer som følge av krav fra myndigheter eller interessenter
5. Materialvalg	
6. Kontraksstrategi	
7. Prisformat	

Figur 2.9 Usikkerhetselementer som påvirker kostnadene

Prosjektet velger å ikke ta hensyn til mulige ekstreme usikkerhetselementer da disse har svært lav [sannsynlighet](#) for å inntreffe samtidig som prosjektet i liten grad kan kontrollere dem. I andre typer [prosjekter](#), f eks komplekse IT-prosjekter, avanserte utviklingsprosjekter og prosjekter i andre land, kan det være formålstjenlig å inkludere noen av de ekstreme usikkerhetselementene i den videre analysen.

Kostnadsestimatet for "Grunnarbeid" er påvirket av omfanget, altså m³ masse som skal flyttes, massens beskaffenhet (stein, jord, leire, fjell etc), og timeomfanget og timeprisene for leie av maskiner og sjåførere. Dersom det viser seg at massevolumet som skal flyttes er lite, samtidig som det er enkelt å fjerne, vil optimistisk kostnad bli 1 200 000,- NOK. Planlagt kostnad er 2 000 000 NOK ut fra at det erfaringsmessig vil bli nødvendig med noe sprenging. Dersom det viser seg at det blir svært mye sprenging, samtidig som timeprisene øker, blir pessimistisk kostnad 3 500 000 NOK som illustrert i figuren under.



Figur 2.10 Kostnadsestimat for "Grunnarbeid"

Mulige variasjoner i kostnadsestimatene for de enkelte poster påvirker også det totale kostnadsestimat. Ut fra de enkelte aktivitetes utfallsrom er følgende beregnet for totalkostnaden i prosjektet:



Figur 2.11 Estimer for totalkostnaden

Optimistisk verdi for prosjektets sluttkostnad er 12 000 000,- NOK. I verste fall, [pessimistisk verdi](#), kan prosjektet koste inntil 21 000 000,- NOK. Den planlagte kostnaden var 14 500 000,- NOK. Denne verdien ligger svært mye nærmere optimistisk enn pessimistisk. Prosjektleder kan i dette tilfellet velge 14 500 000,- NOK som en målsetting for prosjektet. Usikkerhetsvurderingen viser at det blir noe optimistisk å etablere en kostnadsramme ut fra den planlagte sluttkostnad.

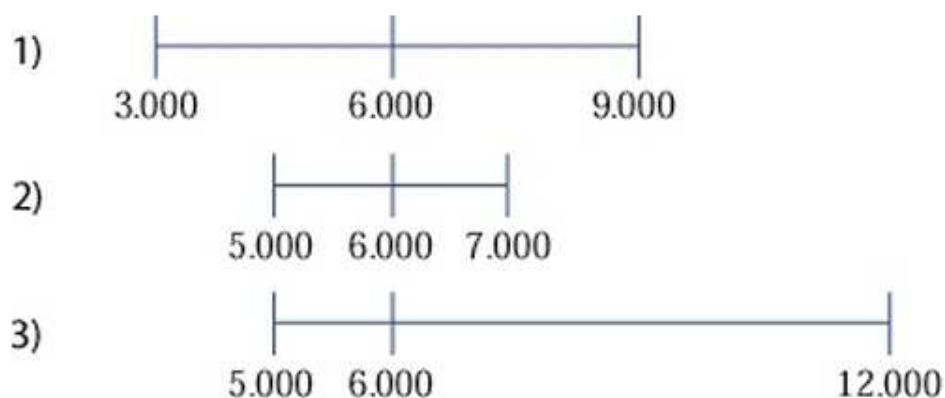
Prosjektet blir da lite styrbart (robust og fleksibelt for småendringer). Det kan være fornuftig eksempelvis (avhengig av prosjektets kompleksitet og grad av ny teknologi) å velge 16 000 000,- NOK som en kostnadsramme eller budsjett for prosjektet, og å beholde den planlagte kostnad som et mål.

Slike vurderinger må prosjektleder foreta i samsvar med prosjekteier, slik at alle har en omforent forståelse av hvordan [usikkerhet](#) påvirker prosjektet. Et sentralt element her er at prosjektet skal ha en ambisiøs men realistisk målsetting. Det er viktig at målsettingen er ambisiøs, da dette er grunnlaget for en proaktiv holdning med fokus på å utnytte [muligheter](#). I tillegg viser erfaringer at de midler som er stilt rådighet, vanligvis blir benyttet i sin helhet. Prosjektet skal i tillegg være styrbart, det vil si at prosjektleder har midler utover målsettingen, dersom usikkerheten skulle materialisere seg med negative [konsekvenser](#). Prosjektet skal være robust nok til at avvik innenfor prosjektets forutsetninger skal kunne absorberes. Kostnadsrammen bør derfor defineres som omtrent midt mellom optimistisk og [pessimistisk verdi](#).

Prosjektet må også være styrbart for prosjekteier eller [styringsgruppen](#). Denne instansen, som står over prosjektleder, skal sørge for at effektmålene nås på en optimal måte. Det kan derfor være nødvendig underveis å introdusere endringer i prosjektet for å øke verdiskapningen. Denne type endring ligger utenfor prosjektleders mandat og innføres av prosjekteier/styringsgruppa. Det må da være midler tilgjengelig, som kan benyttes på endringer som ligger utenfor prosjektets forutsetninger. Denne type midler benevnes gjerne [prosjektreserve](#) eller [prosjektmargin](#).

2.2.5 Prosjektevaluering og alternativer

Usikkerhet er en viktig parameter i prosjektevalueringer og valg mellom prosjektoalternativer. To prosjekter kan ha tilnærmet identiske kostnadsestimat og sluttdato, men usikkerheten kan variere mye. Et alternativ er kanskje basert på velkjent og utprøvd teknologi med dertil lav usikkerhet, og det andre alternativet er basert på ny teknologi med store muligheter og stor [risiko](#). Usikkerheten knyttet til kostnadene i prosjektoalternativer kan være som følger:



Figur 2.12 Usikkerhet i prosjektoalternativ

Figur 2.12 Usikkerhet i prosjektoalternativ viser resultat fra en [usikkerhetsanalyse](#) av kostnader i tre prosjektoalternativ. Alle alternativer har identisk planlagt kostnadsestimat, men vidt forskjellig usikkerhet.

Dette vil være viktig informasjon til beslutningstakere i prosjektet. Skal organisasjonen velge et prosjekt med lav [usikkerhetseksponering](#) 2), eller skal man velge et med betydelig høyere usikkerhetseksponering 1) eller 3). Dersom man ikke hadde informasjon om usikkerheten, ville beslutningstakerne ha behandlet disse prosjektene som likeverdige ut fra det planlagte, eller deterministiske, kostnadsestimatet. Denne type informasjon gir derimot beslutningstakere et BEDRE beslutningsunderlag.

I et tenkt tilfelle kunne alternativ 3) ha lavere planlagt estimat enn 1), og dermed fremstå som et bedre alternativ. Usikkerhetsanalysen får frem at alternativ 3) har et betydelig større utfallsrom på risikosiden enn alternativ 1), og at 1) har et mye større utfallsrom på mulighetssiden. Dersom man ikke foretar en vurdering av usikkerheten knyttet til prosjektoalternativer, kan feil beslutning

fattes. Dette gjelder ved evaluering av mulige konsepter i konseptfasen, eller ved evaluering av tilbud i kontraktsprosessen i anskaffelsesfasen.

2.3 Aktører, kontrakter og usikkerhet

Prosjekter realiseres som et samarbeid mellom ulike aktører. Et [prosjekt](#) kan ha mange aktører, avhengig av prosjektfase, omfang og kompleksitet. Den aktøren som initierer prosjektet er gjerne [prosjekteier](#), eller [oppdragsgiver](#), og prosjektleder og prosjektorganisasjonen sammen eventuelle eksterne leverandører står for planlegging og gjennomføring av prosjektet.

I de ulike fasene av prosjektet vil prosjekteier og prosjektleder ha behov for hjelp til å realisere prosjektet. Prosjektleder for Forsvaret blir da oppdragsgiver som inngår kontrakter med leverandører som har den nødvendige erfaring, kompetanse, utstyr og finansiell styrke til å gjennomføre arbeidet. Litt forenklet kan man derfor si at prosjekter har to aktører; oppdragsgiver, som eier prosjektet og skal anvende det til å realisere sine effektmål, og leverandører, som realiserer hele eller deler av arbeidsomfanget. Mekanismer som regulerer forholdet mellom oppdragsgiver og leverandør, nedfelles i kontrakten.

Kontrakten som signeres av partene, er juridisk bindende. Kontrakten beskriver hva som skal gjøres, hvor mye det skal koste, når det skal være ferdig, partenes forpliktelser overfor hverandre, og hva som skal skje hvis en av partene misligholder kontrakten. Kontrakten er et samarbeidsdokument mellom partene. Hvis begge parter har lik oppfatning av hva som skal gjøres, og prosjektet ferdigstilles til avtalt ytelse, tid og pris, blir kontrakten liggende i skrivebordsskuffen. Hvis derimot partene har ulik oppfatning av mål og rammer, eller hvis det oppstår situasjoner og forhold underveis i prosjektet hvor ansvarsforholdet er uklart, kan dette få store økonomiske [konsekvenser](#) for en eller begge parter, avhengig av hvem som har ansvaret.

Et av de viktigste elementene i kontrakten er beskrivelsen av fordeling av [usikkerhet](#) i prosjektet. Her syndes det ofte, og kunnskapen om usikkerhet i prosjektet er ofte lav hos begge parter. Dette er en av hovedårsakene til at kontrakten trekkes frem fra skrivebordsskuffen og advokatene går til arbeid. Når usikkerhet materialiseres, ofte som følge av beslutninger fattet tidlig i prosjektet, må fordeling av ansvar være beskrevet og inkludert i kontrakten. Hvis ikke, vil det oppstå tvister som har følge for en eller begge parter.

Det er nedlagt mye tid i utviklingsarbeid knyttet til å fremskaffe gode kontrakter som ivaretar begge parter behov. Utfordringene i dette arbeidet er store, som en [konsekvens](#) av prosjekters natur: Prosjekter er unike! Prosjekter har ulik størrelse, ulik grad av nyutvikling og kompleksitet, altså forskjellig grad av [usikkerhetseksponering](#). Et av de viktigste suksesskriteriene for å lykkes med prosjektet, er derfor å velge en riktig kontrakt, som er tilpasset usikkerhetseksponeringen i prosjektet.

2.3.1 Aktørene

Kontraktspartene, [oppdragsgiver](#) og leverandør, har fundamentalt motstridende målsettinger i prosjektet. Dette er årsaken til at profesjonell usikkerhetsledelse burde være det første partene tenker på før inngåelse av en kontrakt. Oppdragsgiver ønsker, satt litt på spissen, prosjektet gjennomført som spesifisert til lavest mulig pris. Jo mindre ett og samme prosjekt koster oppdragsgiver, desto bedre blir nytten og verdiskapningen. Leverandøren ønsker best mulig inntjening på prosjektet, altså at forskjellen mellom kontraktpriis og leverandørens kostnader blir størst mulig med positivt fortegn. I tillegg ønsker selvfølgelig leverandøren å gjennomføre et godt [prosjekt](#) slik at man får gode referanser til neste mulighet, men dette er ofte sekundært i forhold til positive tall i regnskapet.

Det er derfor viktig at begge parter innser at de motstridende målsettinger partene har, vil bli årsak til tvister hvis en av partene ikke når sin målsetting. Følgende læresetninger kan derfor være bra å ha i bakhodet for oppdragsgiver og leverandør:

1. Usikkerhet koster

Usikkerhet skal fordeles mellom partene, og det skal fastsettes en premie som godtgjørelse til den part som bærer ansvaret for usikkerheten.

2. Usikkerhet i prosjektet endres ikke selv om kontrakten signeres

Oppdragsgiver er gjerne fornøyd etter kontraktssignering hvor leverandør har påtatt seg oppdraget til fast pris. Men så var det den usikkerheten som ikke var definert og fordelt da. Oppdragsgiver kan få overraskelser.

3. Usikkerhet skal reflekteres i aktørenes mål og rammer

Et god kontrakt skal være fundamentert på at arbeidsomfanget realistisk sett skal kunne gjennomføres innenfor definerte mål og rammer. Usikkerhet i arbeidsomfanget må reflekteres i usikkerheten i tids- og kostnadsrammer, slik at begge parter i utgangspunktet har gode [muligheter](#) til å nå sine mål.

4. Usikkerhet kan bli en konkurransefordel

Kunnskap om usikkerhetsledelse i prosjektet kan benyttes som konkurransefordel for begge parter, avhengig av kontraktsstrategi og -format. Leverandøren kan ved effektiv usikkerhetsledelse gjennomføre prosjektet til lavere kostnad enn konkurrentene, og oppdragsgiver kan gjennom usikkerhetsledelse legge forutsetningene bedre til rette for et kostnadseffektivt og lønnsomt prosjekt.

5. Usikkerhet eies til syvende og sist av [oppdragsgiver](#)

Dersom usikkerheten er overført til leverandør, og denne ikke klarer å gjennomføre arbeidet til avtalt kvalitet, og innenfor tids- og kostnadsrammen, vil dette få store [konsekvenser](#) for oppdragsgiver selv om leverandøren må blø økonomisk. Prosjektet skal dekke et behov som dermed står udekket ved forsinkelser, eller leverandøren har ansvar for et delprosjekt med grensesnitt til andre, som ved forsinkelse eller dårlig kvalitet skaper dominoeffekter.

Holdninger til oppdragsgiver/leverandør forholdet er ofte forskjellige ut fra hvilket ståsted aktørene har. En oppdragsgiver som eier mange prosjekter og har hele eller deler av sin virksomhet knyttet til å drive frem prosjekter, bør ha en profesjonell holdning til leverandører. Denne oppdragsgiveren er avhengig av gode leverandører som tjener penger. Hvis leverandøren taper penger på en kontrakt, må dette tas igjen på neste kontrakt, slik at oppdragsgiver betaler “riktig” pris i det lange løp. Dette er sunn markedsøkonomi.

Hvis derimot oppdragsgiver skal gjennomføre kun ett prosjekt, er det lett å falle for fristelsen å benytte alle muligheter til å la leverandøren sitte igjen med deler av regningen, med andre ord forsøke å skyve all usikkerhet over på leverandøren. Denne holdningen er preget av “gambling”, og en slik strategi kan fort slå tilbake på oppdragsgiver.

Et annet viktig forhold som kan påvirke partene, er styrkeforholdet mellom oppdragsgiver og

leverandør, eller David mot Goliat. Den sterkeste vinner oftest kampen og den svakeste må ta mer usikkerhet enn nødvendig. En stor oppdragsgiver som setter ut en stor kontrakt, på sine premisser, til en liten leverandør, kan bruke makt og kompetanse til å overføre usikkerhet til leverandøren under realisering av kontrakten. For en liten leverandør kan dette få store økonomiske [konsekvenser](#). Dette kan også virke i motsatt retning. Mange leverandører er i noen bransjer blitt så store at de kan benytte sin makt, kompetanse og finansielle styrke, som pressmiddel mot oppdragsgiver.

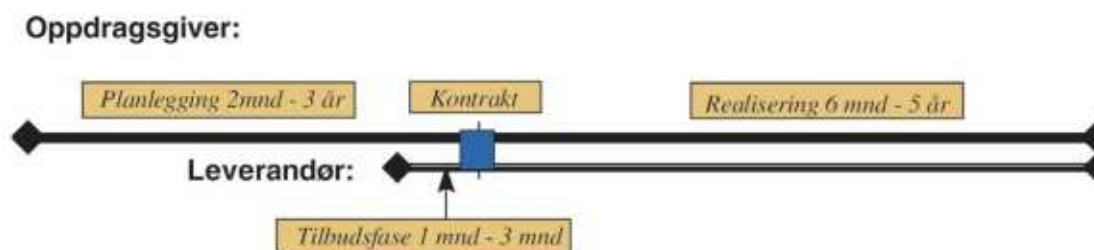
Markedsforhold har også betydning for hvordan en kontrakt blir til og hvem som blir leverandør. I nedgangstider hvor leverandørene har vanskelig for å skaffe seg oppdrag, vil tilbudsprisene som kommer inn på oppdragsgivers bord generelt være mye lavere enn i gode tider hvor oppdragene er mange. Her er det fristende for leverandørene å kjøpe prosjekter og tjene penger på at de er mer profesjonelle i [usikkerhetsledelse](#) enn oppdragsgiver, for eksempel gjennom forventede endringer i prosjektet. Oppdragsgiver må her være oppmerksom på at et arbeidsomfang ikke koster noe mindre i nedgangstider enn oppgangstider. Å starte et samarbeidsforhold hvor underlaget er urealistisk er å lage ris til egen bak.

Større oppdragsgivere har i den senere tid satt seg svært optimistiske målsettinger i sine prosjekter, eksempelvis halvering av byggekostnader og gjennomføringstider. Dette gjøres for å oppmuntre både [oppdragsgiver](#) og leverandør til å legge seg i selen for å utvikle nye, rimeligere konsepter, som har like god kapasitet som de gamle. I tillegg forsøkes nye prosjektorganiseringsprinsipper basert på tettere samarbeid mellom oppdragsgiver og leverandør. Dette kalles gjerne "Integrert samarbeid" eller "Integrerte team". Denne positive utviklingen kan på sikt føre til forbedring i organisering og gjennomføring av prosjekter, men det er viktig å ikke regne med for store resultater for tidlig. Oppdragsgiver må her være spesielt oppmerksom på at leverandøren ikke har gjennomført den samme organisasjonsmessige utvikling, og at det fremdeles koster leverandøren det samme å sveise en meter nå som tidligere. Målsettingene må være realistisk fundamentert på at de endringer som gjennomføres, svarer til ønskede kostnadsreduksjoner, samtidig som endringer medfører økt usikkerhet i prosjektet, som oppdragsgiver må være villig til å betale for.

2.3.2 Kontraktsprosessen

Prosjekter utvikles fra idé til ferdig produkt gjennom en [fasemodell](#) hvor innsikt og kunnskap om løsningen utvikles over tid. Det er her viktig å involvere leverandørene på et hensiktsmessig tidspunkt i forhold til planlegging og oppstart, for å sikre at begge parter har klar og felles forståelse for arbeidet som skal gjennomføres, og prosjektets usikkerhetseksponering.

Når oppdragsgiver er fornøyd med prosjektet på papiret, tar leverandøren stafettstaven for å realisere prosjektet. [Fasemodellen](#) ser gjerne slik ut for de to partene:

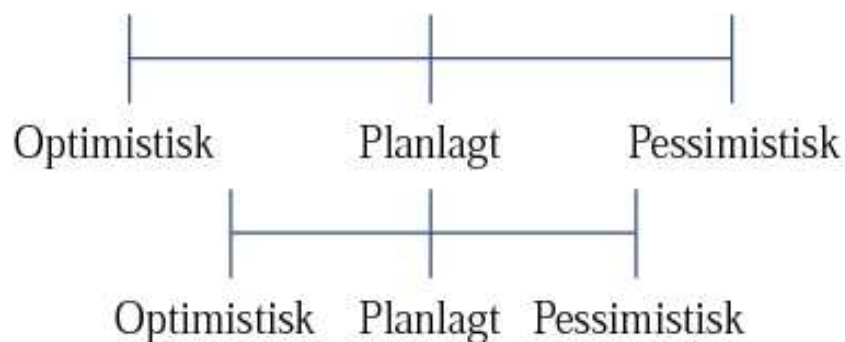


Figur 2.13 Prosjektets faser for oppdragsgiver og leverandør

Varigheten på fasene er forskjellig ut fra prosjektstørrelse og -kompleksitet. I større investeringsprosjekter kan både planleggings- og realiseringsfasen gå over mange år, mens det i IT prosjekter må gå mye raskere som følge av den hurtige teknologiske utviklingen.

Når arbeidsomfanget samt tids- og kostnadsrammer er tilstrekkelig detaljert, vil oppdragsgiver utarbeide en forespørsel. Denne skal reflektere den kunnskap som oppdragsgiver sitter med etter å ha utviklet konseptet, og spesielt viktig blir her å formidle kunnskap om usikkerheten i prosjektet til leverandør. Forespørselen sendes til aktuelle leverandører som blir bedt om å gi et tilbud på arbeidet.

Leverandøren har også to hovedfaser i prosjektet, tilbudsfasen og gjennomføringsfasen, eller før og etter kontraktsinngåelse. Leverandøren vurderer forespørselen fra [oppdragsgiver](#), bestemmer seg for om et tilbud skal utarbeides og definerer en tilbudsstrategi. Leverandørens tilbudsstrategi, vil si hvor mye innsats som skal legges i tilbudet og prising, eller med andre ord hvor hardt ønsker leverandøren prosjektet. Tilbudsstrategien vil avhenge om hvorvidt dette prosjektet er konkurransedyktig med andre prosjekter leverandøren gir inn tilbud på, samt leverandørens kapasitet til å gjennomføre prosjektet. Dersom leverandøren bestemmer seg for å levere et tilbud, må dette svært ofte leveres raskt, og et tilbud kan være en svært omfattende jobb. Tilbudsperioden varierer ofte mellom 1-3 måneder. I løpet av denne perioden skal altså leverandør besvare ofte omfattende forespørsler ved å spesifisere arbeidsomfanget med tilhørende priser og [tidsplaner](#). Det er i løpet av en så kort periode en stor utfordring å tilegne seg det samme kunnskapsnivå og bevissthet om [usikkerhet](#) i prosjektet som oppdragsgiver kan ha brukt år på å modne. Dersom partene har avvikende forståelse for usikkerhet, kan dette få store [konsekvenser](#) utover i prosjektet når usikkerhet materialiseres:



Figur 2.14 Forskjellige usikkerhetsbilder hos partene

Oppdragsgiver evaluerer så de innkomne tilbud ut fra tekniske og økonomiske kriterier. Det er derfor også til stor nytte for oppdragsgiver i [evalueringsprosessen](#) å vite hvilke usikkerhetselementer leverandøren tar høyde for, og hvordan leverandøren har tenkt å håndtere usikkerhet i prosjektet. Etter [evalueringsprosessen](#) står gjerne 2-3 leverandører igjen. Oppdragsgiver vil gjennomføre forhandlinger med disse, for så på bakgrunn av opplysninger herfra gjøre valget.

Kontrakt inngås med den leverandør som oppdragsgiver mener har det beste tilbudet. Når kontrakten er signert, er den juridisk bindende, og partene har nå forpliktelser overfor hverandre som definert i kontrakten. Det er derfor svært viktig for oppdragsgiver at riktig leverandør blir valgt, og at forutsetningene i kontrakten er realistiske. Kontrakten skal inneholde beskrivelse av usikkerhet, gjerne med de største usikkerhetselementer spesielt definert, og hvem som er ansvarlig for usikkerheten. Kontrakten skal også definere mekanismer som kan håndtere restusikkerhet og endringer i arbeidsomfanget.

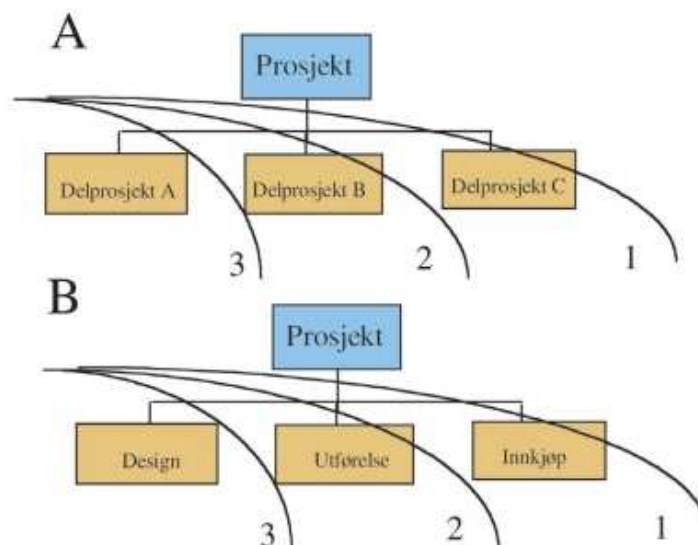
I fordeling av usikkerhet bør man vurdere følgende prinsipper:

- Den av partene som kontrollerer årsaken til usikkerheten, skal ha ansvar for usikkerheten
- Den av partene som best kan kontrollere usikkerheten når den eventuelt oppstår, skal ha ansvar for usikkerheten
- Hvis usikkerheten ikke kan kontrolleres, må partene definere hvem som skal bære ansvaret
- Usikkerhet koster, og kostnadene for [usikkerhet](#) skal være definerte og realistiske
- Den av partene som har ansvaret, må ha finansiell styrke til å bære konsekvensene av usikkerheten

2.3.3 Kontraktsstrategi

Et svært viktig spørsmål for [prosjektorganisasjonen](#) er hvilken kontraktsstrategi som skal velges. Kontraktsstrategi er valget mellom entrepriserformer, altså hvordan dele prosjektet inn i kontrakter og hvor mange leverandører skal oppdragsgiver ha grensesnitt mot. Valg av kontraktsstrategi har også stor betydning for usikkerhetsledning i prosjektet for begge aktører.

Prosjektstrukturen reflekterer ofte kontrakter. Eksempelene A og B i Figur 2.15 Kontraktsstrategi illustrerer ulike kontraktsstrategier. I A er prosjektet delt opp i delprosjekter, hvorav man kan velge flere kontraktsstrategier. Man kan velge en, to eller tre kontrakter. En kontrakt på hele arbeidet, "totalentreprise", eller flere kontrakter, "delentrepriser". I tillegg kan man ha underleverandører som betegnes "underentrepriser". Ved underleverandører opptrer leverandør igjen som oppdragsgiver mot sine underleverandører.



Figur 2.15 Kontraktsstrategi

Alternativ B i Figur 2.15 Kontraktsstrategi er inndelt i faser/funksjonsområder. Design kan gjøres av en leverandør, utførelse av en annen og innkjøp av en tredje. Alternativt kan alt gjøres av en leverandør. "Outsourcing" er også blitt et vanlig ord i virksomheters strategiske dokumenter som påvirker valg av kontraktsstrategi. Dette betyr at virksomhetens politikk skal være å satse på kompetanse innenfor sitt kjerneområde og kjøpe andre tjenester eksternt. Når slike organisasjoner skal gjennomføre et [prosjekt](#), vil det være naturlig å kjøpe prosjektet av en totalleverandør. Selv om denne strategien kan fordyre enkeltprosjektet, er selskapet av den oppfatning av at det vil lønne seg å rendyrke sin kjernekompetanse. Hvilken kontraktsstrategi skal man da velge? Dette avhenger av prosjektets størrelse, kompleksitet, oppdragsgivers kompetanse og leverandørens kompetanse, altså prosjektets [usikkerhetseksposering](#). Skal man

eksempelvis bygge seg et hus, er det en oppgave en familie går løs på en eller to ganger i livet med store utfordringer og økonomiske forpliktelser. Byggefirmaer på sin side bygger titalls og hundretalls hus i året og oppgaven er for dem triviell. Her vil det være naturlig å sette vekk hele prosjektet til en byggmester eller et byggefirma og få et nøkkelklart hus, istedenfor å styre oppgaver som utgraving, støping av grunnmur, sette opp bygget, engasjere elektriker og rørlegger etc. Her kreves en rutinert byggmester til å styre ressursene og kjøpe inn materialer, gjerne med stor rabatt. Det familien betaler i tillegg til arbeidstimer og materialer, er påslag for byggeledelse, administrasjon og profitt. Dette er kanskje mellom 10 og 30 % av totalsummen, men huset hadde kanskje blitt like dyrt eller dyrere ved at familien selv ikke klarte å oppnå rabatter på materialer og ikke klarte å styre ressursene på en tilfredsstillende måte. Familien ville også være utsatt for usikkerheter som dominoeffekter ved forsinkelser, dårlig kvalitet på arbeid, samt fordyrende endringer i det opprinnelige arbeidsomfanget. Det er også viktig for familien å kun ha en part som er ansvarlig for huset ved eksempelvis klager og reklamasjon.

I et annet tilfelle, hvor [oppdragsgiver](#) ser seg mer kompetent til å styre gjennomføringen enn leverandørene, kan det være naturlig å dele prosjektet inn i mange kontrakter og at oppdragsgiver styrer alle kontraktene. Dette kan være større prosjekter som ingen har særlig erfaring med, eksempelvis Lillehammer OL, Oslo hovedflyplass og større offshoreprosjekter. Dette er alle store prosjekter med høy usikkerhetseksposering. Oppdragsgiver ønsker da ofte selv å styre kontraktene istedenfor å sette prosjektet vekk gjennom en totalentreprise. Ved å styre kontraktene selv oppnår oppdragsgiver større kontroll over usikkerheten i prosjektet gjennom økt grad av styring, innsyn og oppfølgingsmuligheter. Oppdragsgiver har dermed mulighet til å iverksette tiltak dersom uforutsette [hendelser](#) skulle oppstå, iverksette endringer og kontrollere vekst i arbeidsomfanget. En negativ [konsekvens](#) av mange aktører og mange kontrakter er at leverandørene kan øke usikkerheten i prosjektet ved å være spesielt på jakt etter å finne mulige effekter fra andre kontrakter på eget arbeid, det vil si gråsoner kontraktene mellom som kan bidra som underlag for endringsordrer. En forutsetning for å styre sådanne prosjekter er selvfølgelig at [prosjektorganisasjonen](#) har den riktige kompetanse og erfaring.

En svært vanlig [usikkerhet](#) i prosjekter er kvaliteten på design. Det er tegningsunderlag og beskrivelser som danner underlag for selve det praktiske arbeidet knyttet til å fremskaffe et konsept med tilstrekkelig ytelse. Dersom den detaljerte spesifikasjonen viser seg å være utilstrekkelig, feil, inneholde gråsoner etc., vil man under gjennomføringen på prosjektet foreta endringer og dette skaper tilleggsarbeid for leverandøren. Denne regningen må stort sett oppdragsgiver ta, og på større, komplekse prosjekter kan regningen bli stor. En kontraktsstrategi som har utviklet seg som følge av dette, er derfor å la en og samme leverandør utføre både design og gjennomføring. Designen utføres gjerne på bakgrunn av funksjonskrav, det vil si ikke detaljerte beskrivelser knyttet til spesifikasjon, men hvilke funksjoner produktet skal løse. Leverandøren har da ansvar for innhold og kvalitet på design og må da dekke eventuelle designusikkerheter ut fra eget påslag for usikkerhet i kontraktprisen. I prosjekter hvor man har høy grad av nyutvikling som eksempelvis IT prosjekter, er det også svært vanskelig å etablere en detaljert spesifikasjon, da det ofte er hensiktsmessig for begge parter å gjøre endringer underveis. Her vil det være naturlig at leverandøren har ansvar for både design og gjennomføring og at kontrakten reflekterer prosjektets usikkerhet.

Kontraktsstrategien er et styringsverktøy for [oppdragsgiver](#), og prosjektets suksess er klart avhengig av de valg som gjøres her. Som nevnt tidligere vil kontraktsstrategien variere fra [prosjekt](#) til prosjekt, men en av de viktigste faktorene for valg er prosjektets [usikkerhetseksposering](#). Dersom usikkerheten i prosjektet er lav, er beslutning om kontraktsstrategi forenklet sagt en avveining av egne administrasjonskostnader mot leverandørens, og selvfølgelig om dette er et område oppdragsgiver av kompetanseårsaker ønsker å styre selv. Dersom usikkerhetseksposeringen i prosjektet er stor, er valg av

kontraktsstrategi vanskeligere. Her vil det være avgjørende for prosjektet at ansvar for innhold og usikkerhet er hensiktsmessig fordelt mellom aktørene ut fra tanken om at den part som best kan styre usikkerhet skal eie den, og at grensesnittet mellom kontraktene og aktørene er klinkende klart. Et prosjekt med stor usikkerhetseksposering vil uansett sette store krav til profesjonell oppfølging fra oppdragsgivers side, og krav til prosjektstyring, rapportering og innsyn er derfor viktig å få med i kontrakten.

2.3.4 Kontraktsformater

Usikkerhet i prosjektet kan fordeles mellom oppdragsgiver og leverandør gjennom to hovedmekanismer som brukes i kombinasjon. Den ene, overordnede deling av [usikkerhet](#) skjer ved fastsettelse av kontraktens prisformat. Den andre medfører at man må spesifisere hvilke konkrete usikkerhetselementer som er unntatt eller inkludert i kontrakten.

Kontraktenes prisformat reflekterer usikkerhet i prosjektet, og understreker at den største forskjellen mellom kontraktene er fordeling og prising av usikkerhet. Kontrakter kan ha tre mulige prisformater:

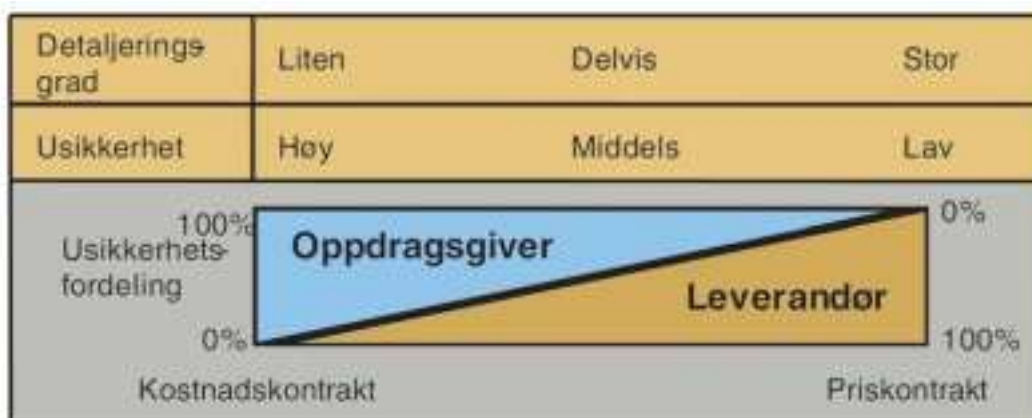
1. [Priskontrakt](#)
2. [Kostnadskontrakt](#)
3. Kombinasjon av 1 og 2

I en priskontrakt (fastpris) tar leverandør på seg ansvaret for å gjennomføre prosjektet i henhold til kravdokumentet og innenfor tids- og kostnadsrammen. Dersom leverandøren eksempelvis har estimert feil med henhold til kostnader, er dette leverandøren ansvar. Ønsker derimot oppdragsgiver noe i tillegg til det spesifiserte omfanget, må oppdragsgiver bekoste denne endringen. I en priskontrakt har leverandør ansvar for all usikkerhet knyttet til gjennomføringen av det spesifiserte arbeidet.

Ved [kostnadskontrakt](#) betaler oppdragsgiver leverandørens virkelige kostnader ved gjennomføring av prosjektet, altså timer, materialer og utstyr, og i tillegg et påslag for administrasjon og profitt. Dersom det estimerte tids- og kostnadsforbruket blir høyere enn planlagt, er dette oppdragsgivers ansvar. Oppdragsgiver har her ansvar for all usikkerhet i prosjektet.

Kontraktsformatet kan også være kombinasjon av priskontrakt og [kostnadskontrakt](#). Eksempelvis kan en og samme leverandør utføre design med en kostnadskontrakt og gjennomføring med en priskontrakt basert på spesifikasjonen utført i designfasen. Usikkerheten knyttet til timeforbruk er stor i designfasen, og da er det fornuftig at oppdragsgiver eier usikkerheten. Leverandøren har gjennom designfasen selv definert arbeidsomfanget, og det er derfor fornuftig at leverandøren er ansvarlig for usikkerheten i denne fasen gjennom en priskontrakt.

Forholdet mellom kontraktsformat og usikkerhetsdeling hos aktørene er illustrert i Figur 2.16 Kontraktsformater og deling av usikkerhet. Figuren viser at når den ene part bærer mye usikkerhet, har den andre part ansvar for tilsvarende lite [usikkerhet](#) i prosjektet.

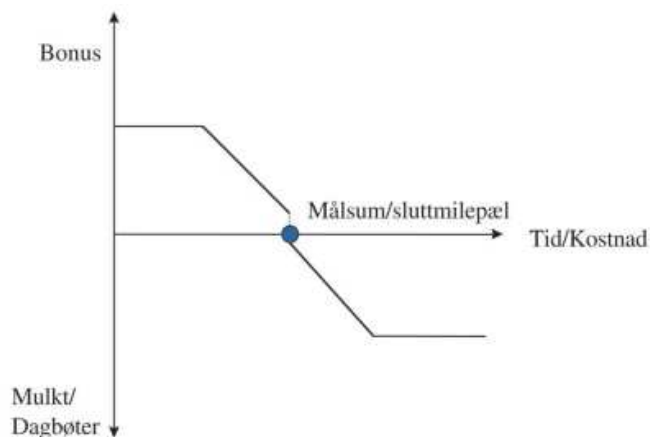


Figur 2.16 Kontraktsformater og deling av usikkerhet

Figuren illustrerer også at dersom detaljeringsgraden er liten i prosjektunderlaget, så er usikkerheten stor, og det vil være naturlig at oppdragsgiver eier usikkerheten gjennom en [kostnadskontrakt](#). Og motsatt, dersom detaljeringsgraden er stor, medfører dette liten usikkerhet, og da er priskontrakt et vanlig valg hvor leverandør eier all usikkerhet.

Valg av riktig kontraktsformat blir derfor viktig for oppdragsgiver, samtidig som leverandør må være bevisst hvilke forpliktelser man går inn i. Kontrakten som et usikkerhetsdelingsdokument er sentralt i valg av format. Oppdragsgiver skal ha gjennomført en usikkerhetsanalyse hvor resultatet skal beskrive de viktigste usikkerhetene i prosjektet og hvilke [konsekvenser](#) disse kan få for prosjektet. Oppdragsgiver må her vurdere hvilke usikkerheter oppdragsgiver ønsker å eie, samt hvilke som skal overføres til leverandøren. Leverandøren skal også gjennomføre en usikkerhetsanalyse, og sammen bør oppdragsgiver og leverandør diskutere usikkerheten i prosjektet. Leverandøren skal i tilbudet prise den usikkerhet som overføres til leverandøren gjennom kontraktsformatet og annen usikkerhet, eksempelvis endringer i innhold underveis initiert av oppdragsgiver.

I mange prosjekter er det svært avgjørende for suksess at prosjektet kommer i mål innenfor tids- og kostnadsrammen. Oppdragsgivere som ønsker å øke sannsynligheten for å nå målene, innfører gjerne bonusordninger eller insentiver som en mekanisme i kontrakten. Insentiver kan berøre både tid og kostnader i prosjektet. Det vanligste er å knytte bonus til en ferdigstillelsesdato. Leverandør får da bonus dersom prosjektet blir ferdig innen en bestemt dato, og leverandøren må betale dagbøter dersom man blir forsinket, se Figur 2.17 Insentivmekanismer i kontrakten. På samme måte kan man benytte insentiver inn mot kostnadene. Man etablerer da en "[target cost](#)" eller målsum, hvorpå leverandøren får en bonus dersom målsummen nås eller bedre, og motsatt, hvis målsummen ikke nås, reduseres kontraktprisen med inntil en viss andel.



Figur 2.17 Incentivmekanismer i kontrakten

Incentivordninger innføres for å dreie leverandørens målsetting til å bli sammenfallende med oppdragsgivers målsetting. Man reduserer da en av de grunnleggende usikkerheter i prosjektet, nemlig motstridende målsettinger. I tillegg får [oppdragsgiver](#) en svært motivert leverandør dersom gjennomføringen av prosjektet går som planlagt, og som på eget initiativ iverksetter tiltak for å komme i mål. For at incentivmekanismer skal få kraft, er det viktig at leverandøren internt overfører incentivordninger til sine medarbeidere som eksempelvis bonus ut fra oppnådd resultat. Dersom dette ikke skjer, har incentivene stort sett liten kraft.

2.4 Oppsummering

Effektiv og systematisk styring av [usikkerhet](#) er fundamentert i prosjektets spilleregler, eksempelvis i prosjektledelses- og prosjektstyringshåndbøkene i organisasjonen. I Forsvaret er krav til planlegging og gjennomføring av prosjekter nedfelt i PRINSIX. På prosjektnivå skal det være etablert en metodikk for usikkerhetsledelse som er praktisk anvendelig i alle faser av prosjektet og som bidrar til å øke kvaliteten på styrings- og beslutningsunderlag. Det skal også komme klart frem hvem som er ansvarlig for usikkerhet, både i og over prosjektet. Usikkerhetsledelse skal bidra til at effektmål og resultatmål (ytelse, kostnads- og tidsramme) er realistiske og henger sammen. Usikkerhet knyttet til kostnader og tid bør kvantifiseres for dermed å bedre kunne benyttes som en viktig beslutnings- og styringsparameter i prosjektet, ved etablering og oppfølging av tids- og kostnadsramme, samt ved prosjektevaluering og valg av prosjektoalternativ. Usikkerhet skal også være en viktig parameter ved valg av kontraktsstrategi, prisformat og leverandør(er), da det i praksis er gjennom kontrakten at usikkerhet fordeles mellom partene. Ett av de viktigste suksesskriteriene for å lykkes med prosjektet er derfor å velge en riktig kontrakt for prosjektet som er tilpasset usikkerhetseksposeringen i prosjektet, samt sikre at leverandøren er kompetent i usikkerhetsledelse.

Kapittel 3 Usikkerhet i prosjektets faser

3.1 Forsvarets prosjektmodell

Forsvarets krav til en systematisk og styrbar planleggings- og gjennomføringsprosess krever en strukturert [fasemodell](#) med faste beslutningsmilepæler og krav til beslutningsunderlag. Totalprosjektene i Forsvaret utvikles i en slik [fasemodell](#); "Forsvarets prosjektmodell". Denne er definert i PRINSIX og er grovt illustrert i det etterfølgende.



Figur 3.1 Forsvarets prosjektmodell

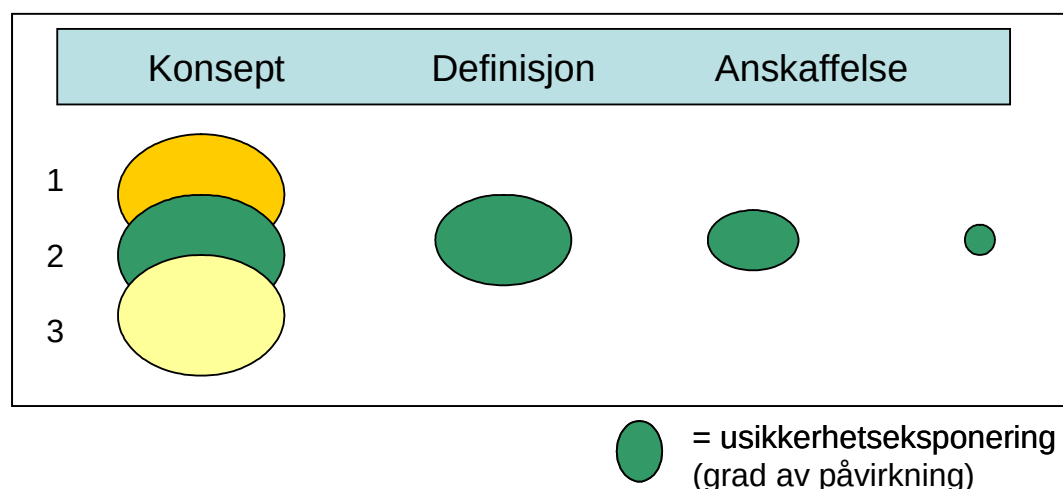
I konsept- og definisjonsfasen utvikles prosjektets effekt- og resultatmål. Prosjektet realiseres i anskaffelsesfasen og ved slutten av denne fasen overføres ansvar for produktet/materiellet til driftsorganisasjonen/brukerne. Ved avsluttet driftsfase vil materiellet bli avhendet.

3.2 Prosjektfaser og usikkerhet

Prosjektusikkerhet er naturlig knyttet til fasene gjennom den informasjon om prosjektet som er tilgjengelig. Tidlig i prosjektet har man lite informasjon om det endelige produktet; usikkerheten

er stor. Etter hvert som prosjektet skrider fremover øker informasjonsmengden og usikkerheten reduseres.

I konseptfasen utvikles gjerne flere prosjekialternativer for dermed å vurdere og evaluere hvilket konsept som best møter effektmålet innenfor rammer for økonomi og tid. Alternativene har status som overordnede beskrivelser, da innholdet i liten grad inneholder detaljer. Prosjektet innhenter informasjon om hvert alternativ, men ikke mer detaljert enn at man har et grunnlag for å anbefale hvilke(t) alternativ som bør videreføres. Usikkerheten knyttet til hvert av de konseptuelt forskjellige alternativene (ytelse (inkludert vedlikeholds- og driftskonsept), kostnad, tid, prosjektorganisering, og andre faktorer som har indirekte påvirkning på produktet) er derfor stor. Dette er illustrert i Figur 3.2 Utvikling av usikkerhetsbildet over tid. De ulike prosjekialternativene er nummerert fra 1 til 3, og [usikkerhetseksposeringen](#) (størrelsen på usikkerheten) er i figuren synliggjort ved størrelsen på sirkelen.



Figur 3.2 Utvikling av usikkerhetsbildet over tid

I definisjonsfasen velger man konsept og videreutvikler dette. Innenfor valgt konsept skal det utarbeides ulike fremskaffelsesalternativ, hvor 0 alternativet (ingen anskaffelse) alltid skal beskrives. Målet med definisjonsfasen er å få frem en detaljert beskrivelse av ytelse, økonomi og tid i tillegg til annen dokumentasjon som kreves for å beslutte iverksettelse av anskaffelsesfasen. Planleggingsprosessen i definisjonsfasen øker innsikten og kunnskapen om prosjektet i stor grad, og usikkerheten reduseres i forhold til konseptfasen.

I anskaffelsesfasen skal det endelige produktet realiseres. Dette skjer ofte gjennom innkjøp fra leverandører. Usikkerheten i denne fasen ligger hovedsakelig i kvaliteten på kontrakten, det vil si hvor god er beskrivelsen av arbeidsomfanget, og hvordan er fordeling av usikkerhet partene imellom? En stor usikkerhet i denne fasen er graden av avvik og endringer som tilkommer prosjektet etter at kontrakt er signert. Avvik og endringer fører ofte til kostnadsøkninger, og det er derfor svært viktig at man forsøker å holde kontroll over disse.

Når anskaffelsesfasen er over og produktet testet og levert, er usikkerheten liten. Man har nå de virkelige data for den endelige ytelse, økonomi og tid. Forhåpentligvis oppfyller nå prosjektet effektmålene med nødvendig ytelse fremskaffet innenfor kostnads- og tidsrammen.

Denne boka omhandler i første rekke usikkerhet knyttet til prosjektets resultatmål, og drifts- og avhendingsfasen er derfor ikke beskrevet. Se også www.prinsix.no for utfyllende informasjon om faser og beslutningsmilepæler.

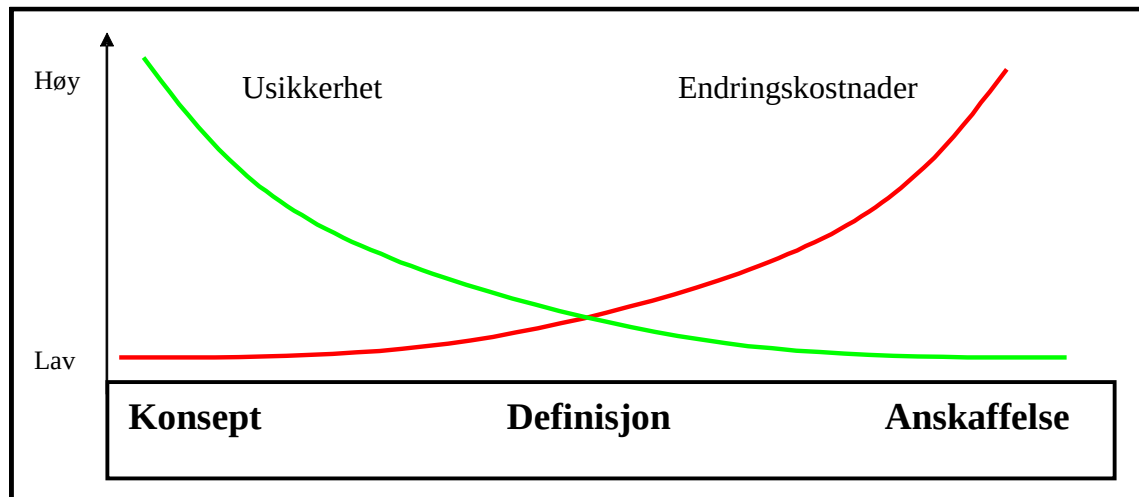
3.3 Usikkerhetsledelse over fasene

Kapittel 3.2 beskriver hvordan usikkerheten reduseres som følge av at kunnskap og bevissthet om prosjektet øker etterhvert som planleggingsprosessen går fremover og etterhvert som arbeid gjennomføres og avsluttes. For å sikre at usikkerheten reduseres med utviklingen av prosjektet er det viktig at [usikkerhet](#) håndteres på en systematisk måte fra prosjektet starter opp og til det er avsluttet.

De viktigste beslutningene i prosjektet fattes når kunnskapen om prosjektet er lav og usikkerheten høy; eksempelvis etablering av mål, rammer og konseptvalg. Disse valg har stor betydning for utforming av det endelige produktet og setter rammer for planlegging og gjennomføring av prosjektet. Det er derfor svært viktig at usikkerhet er en styringsparameter fra prosjektet initieres ved oppstart av konseptfasen til avslutningen av anskaffelsesfasen. Kunnskap om den usikkerheten som påvirker prosjektet og dermed også valgene er kritisk for hvor gode beslutninger som fattes.

Tidlig i prosjektet, før realiseringen av prosjektet gjennom forpliktende avtaler starter, kan prosjektets mål og rammer endres uten at dette har større betydning for kostnadene. Det er derfor viktig at man får frem usikkerheten i prosjektet tidlig, slik at tiltak kan iverksettes for å utnytte [muligheter](#) og redusere [risiko](#). Denne kunnskapen skal være med å forme prosjektet slik at man utnytter de positive [konsekvenser](#) av usikkerhet og reduserer de negative.

Figur 3.3 Usikkerhet vs endringskostnader i et prosjekt illustrerer hvordan usikkerheten reduseres over prosjektets faser, samtidig som endringskostnadene øker.



Figur 3.3 Usikkerhet vs endringskostnader i et prosjekt

Endringer som innføres i prosjektet etter hvert som produktet realiseres i anskaffelsesfasen, kan få store kostnadskonsekvenser for prosjektet. Endringer blir generelt vanskeligere å innføre etter hvert som prosjektet nærmer seg ferdigstilling, samtidig som effekten av mulige endringer reduseres som følge av at arbeidet nærmer seg ferdigstilling, og at det dermed vil være grenser for hvor mye som kan endres i det eksisterende prosjektet. Dette understreker viktigheten av å få frem prosjektets totale usikkerhetsbilde og [muligheter](#) og [risiko](#) innenfor dette, da det ofte er manglende usikkerhetsledelse tidlig i prosjektet, som forårsaker endringer senere i prosjektet. Et godt eksempel på dette er at kostnadsrammen etablert i konsept- og definisjonsfasen viser seg å være urealistisk lav i forhold til arbeidsomfanget i kontrakten. Dette fører da til at kostnadsrammen må justeres opp, eller så må arbeidsomfanget reduseres. Et annet eksempel er at

man ser at endringer i prosjektet kan øke nytten for Forsvaret og være kostnadsreducerende på sikt, selv om kanskje endringen i seg selv er kostnadskreven. Dersom en kost/nytte vurdering anbefaler endringen, vil det være hensiktsmessig for Forsvaret at prosjektet inkluderer denne.

Systematisk usikkerhetsledelse får frem forbedringstiltak og tiltak for å redusere [risiko](#). Alle tiltak betyr endringer i prosjektet. Slike endringer kan være beslutninger tidlig i prosjektet som ikke medfører større endringskostnader, mens andre kan være endringer i arbeidsomfanget under en eksisterende kontrakt og dermed kunne medføre betydelige ekstrakostnader. Desto tidligere viktige endringsbeslutninger faller, desto enklere og rimeligere er de å inkludere i prosjektet. Dette understreker viktigheten av å vurdere usikkerhet knyttet til prosjektets mål og rammer allerede i konseptfasen, og fortsette med dette som en kontinuerlig [prosess](#) gjennom alle faser i prosjektet.

3.4 Oppsummering

Prosjektet starter med ”blanke ark” og gode ideer og ender opp som et produkt som skal bidra til at effektmål nås. En systematisk og styrbar planleggingsprosess krever en strukturert [fasemodell](#) med faste beslutningsmilepæler og krav til beslutningsunderlag. Totalprosjekt i Forsvaret utvikles over en slik [fasemodell](#) som definert i PRINSIX. Prosjektusikkerhet er naturlig knyttet til fasene gjennom den informasjon om prosjektet som er tilgjengelig. Tidlig i prosjektet har man lite informasjon om det endelige prosjektet; usikkerheten er stor. Etter hvert som prosjektet skrider fremover øker informasjonsmengden og usikkerheten reduseres. For å sikre at usikkerheten reduseres med utviklingen av prosjektet er det viktig at [usikkerhet](#) håndteres på en systematisk måte fra prosjektet starter opp og til det er avsluttet. De viktigste beslutningene i prosjektet fattes når kunnskapen om prosjektet er lav og usikkerheten høy; eksempelvis etablering av mål, rammer og konseptvalg. Disse valg har stor betydning for utforming av det endelige produktet og setter rammer for planlegging og gjennomføring av prosjektet. Det er derfor svært viktig at usikkerhet er en styringsparameter fra prosjektet initieres ved oppstart av konseptfasen hvor endringskostnadene er lave, gjennom alle prosjektets faser og viktige milepæler.

Kapittel 4 Den menneskelige faktor

[Usikkerhetsledelse](#) er basert på [metoder](#), [prosesser](#) og teknikker. For å kunne benytte seg av [usikkerhet](#) som et verktøy i prosjektet, kreves også en inngående forståelse for hvordan og hvorfor usikkerhet oppstår og hvilke [konsekvenser](#) dette har for prosjektet.

Effektiv [usikkerhetsledelse](#) skapes ikke ut fra kunnskap innenfor avansert matematisk modellering eller bruk av komplekse EDB-verktøy. Fokus skal være på hvordan man best mulig kan få mennesker i organisasjonen til å få de viktigste usikkerhetene i prosjektet på bordet, vurdere konsekvensen av disse inn mot prosjektets målsetting, og på dette grunnlag kunne fatte bedre beslutninger. Utfordringen er å dreie tankerekken og argumentasjonen fra et forsvar mot det som er utført i prosjektet til en proaktiv vurdering av underlag og forutsetningers hold. Til dette kreves aktører som har stor kunnskap og god erfaring fra prosjektarbeid og [usikkerhetsledelse](#).

Kvaliteten på [usikkerhetsledelse](#) i prosjekter avhenger av:

- Ledelsesfokus
- Motivasjon og innsikt i [prosjektorganisasjonen](#)
- En riktig metodisk tilnærming
- Kvaliteten på prosjektunderlaget og tilgjengelig informasjon
- Forutsetninger og begrensninger i [usikkerhetsprosessen](#)
- Kompetanse og erfaring i prosjektorganisasjonen
- Kompetanse og erfaring til usikkerhetsteamet

Av disse syv suksesskriteriene for gjennomføring av vellykket [usikkerhetsledelse](#) er minst fire direkte relatert til mennesker i organisasjonen. Ledelsesfokus, det vil si forankring hos prosjektleder eller høyere for viktigheten av usikkerhetsledelse, motivasjon og innsikt hos nøkkelpersonell, kompetanse og erfaring i prosjektorganisasjonen og i usikkerhetsteamet er alle direkte relatert til menneskelige egenskaper. Skal prosjektet lykkes med usikkerhetsledelse, må man forstå hvordan ulike mennesker oppfatter usikkerhet ut fra ulike ståsted og roller i prosjektet, organisasjonskultur samt individuelt og som gruppe.

4.1 Mennesket som tenkende vesen

“Mennesker bruker 90 % av tiden på å bekymre seg over ting som allerede har skjedd, og 10 % av tiden til å vurdere fremtiden”

Menneskers liv er preget av valg og strategier, altså beslutninger under usikkerhet. Bevisst eller ubevisst benytter vi ofte usikkerhetsprosessen som underlag i beslutninger. Vi krysser trafikkerte veier, kjører bil, gifter oss og foretar store investeringer som huskjøp. Hvordan vurderer vi

personlig [usikkerhetseksposering](#) med [muligheter](#) og risiko? Huskjøpstidspunktet er for eksempel ofte kun en [konsekvens](#) av familiens behov der og da, selv om det er en stor og usikker investering for familien. Det er svært få som utsetter huskjøp fordi man har tro på at markedet går nedover og at man kan gjøre et mye gunstigere kjøp senere. Årsaken til dette er at man anser nytten for å få sitt eget hus som svært stor, samtidig som det er krefter i markedet som tåkelegger informasjon om eventuelle variasjoner i bolig- og rentemarkedet. Disse kreftene er gjerne boligmeglere og banker som ønsker å påvirke markedet og dermed utnytte usikkerheten i markedet til egen fordel så lenge som mulig. I vurdering av usikkerhet knyttet til et huskjøp forutsetter vi at vi beholder jobben, og at man ikke blir alvorlig syk. Som muligheter vurderer man at huset stiger i verdi, at man får en positiv lønnsutvikling, og at renten går nedover. I negativ retning vurderer man at husets verdi kan synke, at lønnsutviklingen blir liten og at renten kan gå opp. Man kan også ta opp en gjeldsforsikring som sikrer at familien beholder huset dersom man blir alvorlig syk eller dør, og man kan også inngå fastrenteavtale på lånet for å sikre seg mot renteoppgang. Med andre ord, usikkerhetsvurderinger og [usikkerhetsledelse](#) er i høyeste grad en del av vårt liv.

Enhver beslutning som påvirkes av [usikkerhet](#) involverer to spesifikke elementer; de objektive fakta og den subjektive oppfatning av hva som kan oppnås. Både de objektive mål og den subjektive grad av tro er essensielle, og ingen av de to kan utelates når en beslutning skal treffes.

Menneskers holdninger til usikkerhet og beslutninger er influert av en del generelle faktorer, i tillegg til at mennesker oppfatter og forholder seg til usikkerhet forskjellig. Noen er usikkerhetsskye, det vil si velger en trygg løsning fremfor en usikker løsning selv om gevinsten ved det usikre kan være stor. Andre er usikkerhetssøkende, det vil si tiltrekkes av spenningen og mulighetene ved usikre valg. Noen plasserer altså sparepengene sine i bank eller fast eiendom, mens andre plasserer penger i høyrisikobedrifter hvor sannsynligheten for å tape er stor, men hvor gevinsten blir veldig stor dersom selskapet lykkes. Forskning viser at det er store forskjeller i hvordan en usikkerhetssky og en usikkerhetssøkende person oppfatter usikkerhet. Den usikkerhetssøkende har en tendens til å underestimere usikkerhetseksposeringen og er svært fokusert på mulighetene, mens en usikkerhetssky person har en tendens til å overestimere usikkerheten og være fokusert på de negative [konsekvensene](#) av usikkerhet.

Det er bra at mennesker vurderer usikkerhet forskjellig. Dersom alle vurderte usikkerhet likt, ville mange usikre [muligheter](#) og investeringer som har ført til utvikling ikke ha blitt foretatt. Tenk på hvordan verden ville sett ut dersom alle var redde for å fly, eller for å investere i tidligfasen av et utviklingsselskap.

De fleste av oss er nok mer usikkerhetssky enn usikkerhetssøkende. Det som da er viktig er å være klar over de generelle faktorer som påvirker oss når komplekse beslutninger under usikkerhet skal fattes. Blant de mest vanlige beslutningspåvirkere finner vi:

1. Frykt

Frykten for å feile, frykten for det ukjente, eller frykt for kritikk. Frykt kan legge bånd på beslutningstaker, forårsake forsinkelser, et dårlig valg, og i beste fall forårsake en svært konservativ beslutning.

Frykt er relatert til trygghet og erfaring. En prosjektleder som har hatt suksess på forrige [prosjekt](#) vil opptre med en ring av selvtillit og vil ha usikkerhetssøkende holdninger. Og motsatt, en prosjektleder som har brent seg i et dårlig prosjekt vil nok ha en lederstil i prosjektet som tilsier en mer forsiktig fremdrift, vil jobbe for å fremskaffe mye informasjon som underlag i beslutninger, og analysere alternative [muligheter](#) før beslutning fattes.

2. Selvtillit

Sterk tro på egne evner og beslutninger. Selvtillit kan være både positivt og negativt. For stor grad av tillit til egne beslutninger kan medføre at beslutninger fattes for raskt og på mangelfullt grunnlag.

En god prosjektleder må besitte en god porsjon selvtillit. De fleste beslutninger i et prosjekt gjøres under usikkerhet, og [konsekvenser](#) av feil beslutninger kan være fatale. Det vil aldri foreligge nok informasjon til at prosjektleder kan være helt sikker i sin avgjørelse, men beslutninger må fattes for at prosjektet skal gå fremover.

3. Motivasjon

Personens “drive” eller lyst til å få til noe er en viktig faktor. Høyt motiverte mennesker kan opprettholde et høyt aktivitetsnivå, og holde ut med frustrasjoner over lang tid.

Ønske om å nå målet og oppnå suksess kan være vel så viktig som kunnskap og erfaring. Dersom motivasjonen ikke er helt på topp har man en tendens til å ende opp med en “god nok” beslutning.

4. Psykisk styrke

Et ønske om å nå et krevende mål må ha belegg i kropp og sjel. Utfordrende oppgaver, beslutninger og et stadig press fra omgivelser på å nå milepæler innenfor rammene krever at prosjektleder holder hodet klart, evner å løse stadig nye problemer og konflikter, og ikke lar presset påvirke familie og fritid.

Psykisk styrke, personlighet og humor er evner en prosjektleder bør ha som ballast i utfordrende prosjekter. Selv ikke den mest motiverte prosjektleder holder ut særlig lenge uten en god porsjon humor. Humor er konfliktløsende og kjennetegner personer som evner å fremstille problemstillinger på nye måter.

5. Kognitive evner

Evnen til å forholde seg til komplekse, vage eller dårlig definerte oppgaver. Mange har ikke tilstrekkelig kognitiv kapasitet til å ekstrahere, assosiere, trekke sammenlikninger, overføre erfaringer eller foreta kalkulasjoner for å løse et komplekst problem.

Effektive beslutningstakere i prosjekter under [usikkerhet](#) blir konfrontert med en rekke ulike problemstillinger som man ofte opplever for første gang. Dette krever evne til å trekke raske slutninger basert på tidligere erfaringer samt evne til å se problemstillinger i et helhetlig perspektiv.

6. Evner, kunnskap, kompetanse og erfaring

Mennesker må vite hvordan de skal bruke kunnskap og erfaring, og innse hva de mangler innenfor problemområdet for å kunne trekke de nødvendige slutninger. Prosjektledere med nyttig erfaring og mye kunnskap kan fort tilpasse seg nye problemområder, gitt at de evner å overføre den aggregerte kunnskap og erfaring.

7. Forutinntatthet

Mennesker kan ha sterke forutinntatte meninger for eller mot noe. Dette påvirker den rasjonelle evne til å fatte en riktig beslutning. Årsaken til forutinntatthet kan ligge i sosial

bakgrunn, miljø, utdanning, kultur, religion etc. Dette medfører at personer fatter beslutninger etter å ha filtrert ut informasjon som ikke passer inn i deres mentale modell. Alle har mer eller mindre grad av forutinntatthet, det vil si at alle opererer med en mental modell av problemområdet som vil avvike fra andres.

Forskning innenfor atferdsvitenskap viser at mennesker påvirket av usikkerhet ofte gjør irrasjonelle og mer eller mindre gode beslutninger. Følgende eksempel gir oss innsikt i hvorledes beslutninger fattes under ulike forhold:

- Et mulig tap i en gitt situasjon har mye større påvirkning på mennesker enn muligheten til å oppnå en tilsvarende gevinst. Dette kan være en forklaring på de mange dårlige beslutninger som fattes i gjennomføringsfasen av prosjektet. Prosjektets mål og rammer kan være truet av risiko, problemer oppstår og det skapes intense konflikter internt, og det vil virke som man har få mulige gode alternativ til å løse situasjonen.
- Mennesker vil ta en [risiko](#) dersom man allerede har gått på et tap, selv om det er en stor [sannsynlighet](#) for at tapet dermed kan bli enda større. Dette viser at beslutningstakere kan opptre farlig dersom prosjektet havner i en krise, for eksempel at man innser at prosjektet blir svært mye forsinket.
- Forskning har også vist at mennesker ikke utsetter seg for risiko dersom man allerede har lyktes, selv om usikkerheten innebærer stor sannsynlighet for en enda større gevinst. Dette betyr at prosjektledere som har styrt skuta mot mål innenfor rammene kan fatte svært konservative beslutninger selv om det finnes store muligheter for forbedringer.

4.2 Mennesker i prosjekter

Resultatet av en beslutning er ofte gitt ut fra hvordan problemet defineres. Mennesker velger ofte å definere problemet på en slik måte at de beste opsjonene utelates. Å definere problemet riktig og realistisk er derfor svært viktig, men ofte svært vanskelig. Årsaken ligger i menneskets evne til å mentalt håndtere informasjonsmengden. Alle mennesker forenkler problemområdet for å ha en mulighet til å presentere klare alternativer overfor seg selv eller andre.

Problemene defineres innenfor en problemramme. Denne kan være vid eller snever alt ettersom hvor mye problemet er forenklet. En riktig definert problemramme kan være et godt verktøy for å fatte gode beslutninger på kompliserte problemstillinger, men beslutningstaker må være oppmerksom på at rammen bare representerer et delområde av den totale problemstilling, og at det derfor også kan være andre betraktninger som kan påvirke det endelige resultat. Eksempler fra prosjektarbeid er etablering av modeller som skal reflektere innhold (prosjektstruktur og spesifikasjon), [tidsplaner](#) og kostnadsnedbrytning, og beslutningsprosesser for valg under usikkerhet. Disse modellene kan bli for detaljerte å styre etter eller altfor enkle å styre etter. Det er her avgjørende å finne et nivå hvor modellene reflekterer det virkelige prosjektet samtidig som mennesker kan lese dem og forstå. Modellene er godt egnet til idemyldring for å identifisere usikkerheter.

Menneskers evne til å vurdere [usikkerhet](#) i prosjekter vil avhenge sterkt av alle ovennevnte faktorer og situasjoner. I tillegg vil mennesker som jobber i et [prosjekt](#) måtte forholde seg til at beslutninger kan bli påvirket av usikkerhet generert av forhold internt i [prosjektorganisasjonen](#), og at mennesker påvirkes av kunnskap og erfaringer:

- **Motivasjonsfordreining:** Resultatene reflekterer ledelsens ønske istedenfor å representere den virkelige usikkerhetseksposeringen

- **Ekspertfordreining:** ”Ekspertene skal jo ikke være usikre på sine avgjørelser eller vurderinger, men sikre”. Usikkerhet vil her bli undervurdert.
- **Ikke-representative erfaringer:** Overføring av generell kunnskap og erfaringer uten å justere for endringer i dette prosjekts forutsetninger, innhold og usikkerhet
- Bruk av **erfaring og kunnskap:** Erfaringer og kunnskap fra forrige prosjekt vil dominere over tidligere erfaringer
- **Mangel på kreativitet:** Mangel på evne til å se alle positive og negative effekter av usikkerhet
- **Neglisjere informasjon:** ”Alt som gikk galt på det forrige prosjektet kommer selvfølgelig aldri til å skje igjen fordi...”

4.3 Mennesker i grupper

Prosjektledelse er mer enn noe annet et samspill mellom mennesker. Prosjektorganisasjonen er sammensatt av ulike funksjoner og ulike kompetanse for å være best mulig i stand til å planlegge og gjennomføre prosjektet. [Usikkerhetsledelse](#) baseres i stor grad på at nøkkelpersoner i prosjektorganisasjonen vurderer usikkerhet i prosjektet innenfor en metodisk tilnærming, ledet av en erfaren usikkerhetsanalytiker, og at [usikkerhet](#) inngår som en del av styringsunderlaget i alle prosjektets faser.

Et av suksesskriteriene for [prosessen](#) er identifikasjon av usikkerhet som påvirker prosjektets mål og rammer. I identifikasjonsfasen samles nøkkelpersoner til idédugnad og intervjuer for å diskutere, vurdere og kvantifisere usikkerhet i prosjektet. Bruk av preliminare målsettinger, planer, organisasjonsskisser, WBS og CBS som grunnlag for idemyldring er nyttig. Man benytter altså både gruppeprosesser for å stimulere til meningsutveksling, og intervjuer med få eller én deltaker for å få frem vurderinger som enten understøtter eller frembringer argumenter for å revurdere gruppens vurderinger.

Usikkerhetsidentifisering og – estimering baseres på objektive data og subjektive vurderinger knyttet til historiske data, erfaringer, kompetanse og holdninger. Resultatene vil derfor være sterkt preget av hvordan selve [usikkerhetsprosessen](#) er gjennomført, med fokus på mellommenneskelige prosesser, forståelse for usikkerhet i prosjektet, fokus på usikkerhet fra ledelsen i organisasjonen, samt ledelse av usikkerhetsprosessen.

Den viktigste arenaen i usikkerhetsprosessen er et møterom fylt med prosjektets nøkkelpersoner, samlet for å identifisere usikkerhetsfaktorer, kvantifisere usikkerhet og foreslå tiltak. En slik gruppeprosess hvor deltakere stimuleres til åpenhet og hvor de kan uttrykke meninger og stille kritiske spørsmål, samtidig som prosessleder kan bidra med erfaringer og kunnskap fra andre prosjekter, er kritiske for å fremme et bilde av prosjektets [usikkerhetseksponering](#).

4.3.1 Grupper og vurderinger

En ”gruppe” kan defineres som ”to eller flere personer i en situasjon hvor personene påvirker og blir påvirket av andre”. Et sentralt spørsmål er om personer som arbeider sammen i en gruppe oppnår bedre resultater enn om personene arbeidet alene. Dette vil selvfølgelig avhenge av personenes erfaringer, hvordan gruppen er sammensatt og hvordan den fungerer i praksis, men generelt kan man si: ”Gruppevurderinger er sjelden dårligere enn gjennomsnittet for individuelle vurderinger og ofte mye bedre”. I tillegg nyter en gruppe godt av en bredere kunnskaps- og erfaringsbasis, og bør derfor generelt gi bedre resultater.

Organisasjonspsykologer har studert på hva som er en ideell størrelse på problemløsningsgrupper, og en studie konkluderte med at ”fem personer er best for å kunne håndtere mentale utfordringer hvor gruppen skal samle og utveksle informasjon, og fatte beslutninger basert på denne informasjonen”. Dette er ingen regel, og i praksis er utfordringen å samle nøkkelpersonell samt sørge for at de er tilgjengelige under usikkerhetsprosessen.

4.3.2 Gruppeprosesser – utfordringer

Gruppeprosesser skal benyttes med kunnskap og innsikt og styres av lederen av usikkerhetsprosessen. Følgende fallgruver er vanlige ved gjennomføring av gruppeprosesser:

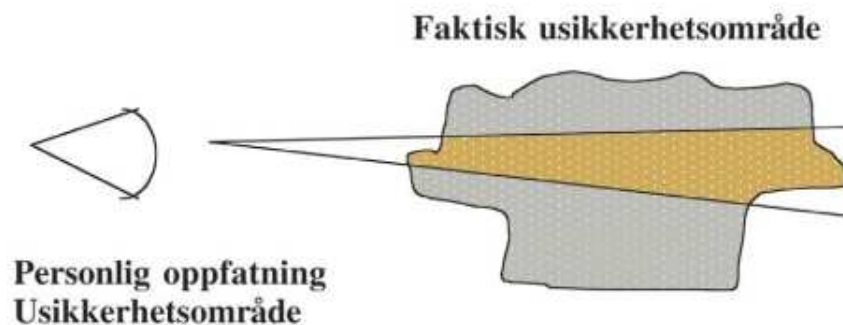
- **”Gruppetenkning”**: Grupper samles rundt en vurdering og motargumenter regnes som fiendtlige. Gruppetenkning er enkelt sagt en tendens, eller et ønske, om enighet for å unngå konflikter. Følgende fire vilkår medfører ofte ”gruppetenkning”:
 - Gruppen er isolert fra vurderinger av kompetente eksterne personer
 - Gruppen har sterk leder med stor påvirkning, og diskusjonsprosedyrer og andre rutiner er ikke etablert
 - Mangel på metodisk tilnærming
 - Tidspress for å komme frem til resultaterGraden av gruppetenkning kan reduseres ved å sette sammen en balansert, tverrfaglig gruppe, oppfordre til alternative synspunkter, få frem kritiske vurderinger, og la personer som er kritiske til planen legge frem sine synspunkter og vurderinger.
- **Gruppepolarisasjon**: En gruppediskusjon medfører ofte at personer skifter mening. Ikke nødvendigvis i retning av å godta større usikkerhet enn individuelt (risky shift), men også mot det konservative. Dersom den initielle holdning i gruppen går mot konservative løsninger, så vil meningsskifte etter en gruppediskusjon gå mot en mer ekstrem konservatisme. Gruppens mening vil helle mot den pol som flertallet støtter. Motiver for atferden er at personer generelt ønsker støtte og er bekymret for egen posisjon i gruppen. Denne type atferd er spesielt til stede når gruppens medlemmer også i fremtiden skal møtes i andre anledninger.

Det er svært viktig for resultatene i [usikkerhetsprosessen](#) at identifikasjons- og estimeringstrinnene har vært gjennomført med relevant nøkkelpersonell og at man har unngått ovennevnte fallgruver i størst mulig grad. Det viktigste for kvaliteten på resultatene er at man har identifisert de største usikkerhetselementene og beskrevet deres påvirkning på prosjektets mål og rammer. Det er her man har forbedringspotensialer i de fleste usikkerhetsprosesser, og det er her effekten blir størst av forbedringer. Går man videre etter en identifikasjonsprosess med dårlige gruppeprosesser og ditto resultater av denne, vil enhver form for matematiske modeller og avanserte simuleringsteknikker være fånyttet. Den kalkulerende usikkerhetseksponeringen vil ikke representere et realistisk bilde av prosjektet og vil gi et feilaktig beslutningsunderlag.

4.3.3 ”De seks tenkende hatter” – en metode for styring av gruppeprosesser

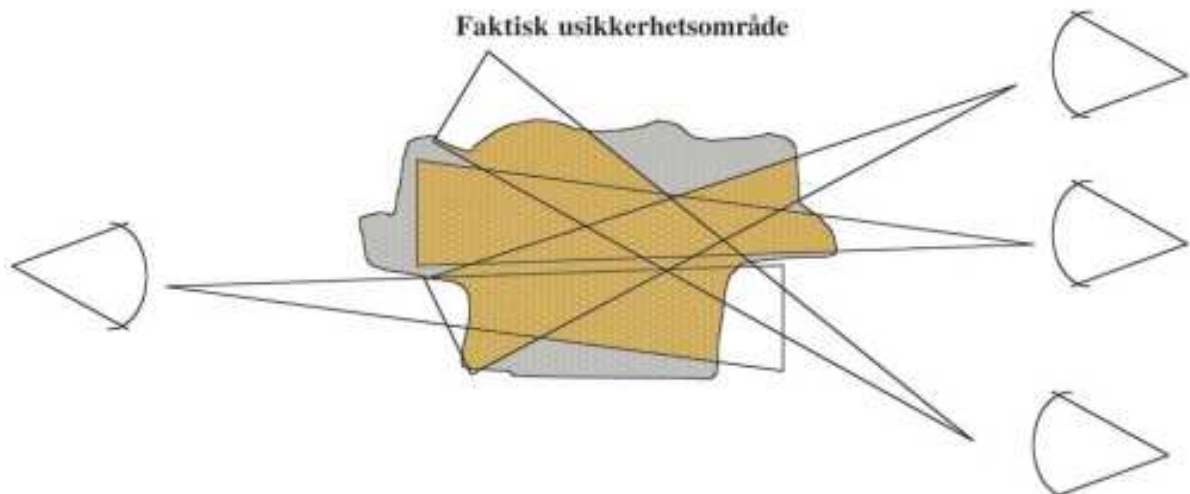
Multidisiplinær eller tverrfaglig informasjon er en forutsetning for å etablere et komplett og objektivt usikkerhetsbilde til et prosjekt. Denne informasjonen skal fremkomme og vurderes gjennom regelmessige samlinger som omfatter alle hovedinteressenter, og samlingene bør ledes av en nøytral fasilitator. Kreativitet er meget viktig for å få frem alle usikkerhetene som påvirker prosjektet. Fasilitatoren må derfor legge forholdene til rette for å utnytte den enkeltes evne til kreativ tenking best mulig.

Å understøtte kreativitet er et vesentlig aspekt i identifikasjonstrinnet i analyseprosessen. For å utnytte den enkeltes evne til kreativ tenking best mulig må forholdene legges godt til rette for dette. Det er viktig å ha forståelse for at en situasjon eller et argument kan betraktes fra ulikt ståsted og oppfattes forskjellig. Ved usikkerhetsledelse er det derfor avgjørende å erkjenne at vår personlige oppfatning aldri er hele sannheten. En for rigid holdning i forhold til ens eget syn på saken representerer således en stor feilkilde. Figur 4.1 Personlig oppfatning versus det faktiske usikkerhetsområdet. Ved identifisering av usikkerheter vil din personlige oppfatning som oftest kun dekke deler av det totale usikkerhetsområdet. forsøker å illustrere dette. Hver enkelt person ser kun en del av det totale usikkerhetsområdet.



Figur 4.1 Personlig oppfatning versus det faktiske usikkerhetsområdet. Ved identifisering av usikkerheter vil din personlige oppfatning som oftest kun dekke deler av det totale usikkerhetsområdet.

For å få bukt med dette potensielle problemet bør gruppeprosesser benyttes i tillegg til individuelle samtaler i identifikasjonstrinnet for å dekke hele usikkerhetsbildet:



Figur 4.2 Gruppens oppfatning versus det faktiske usikkerhetsområdet. Ved identifisering av usikkerheter vil gruppens oppfatning som oftest dekke en stor del av det totale usikkerhetsområdet

For å utnytte den enkeltes kreativitet best mulig bør man benytte [metoder](#)/verktøy for å understøtte gruppeprosessens idédugnader, for eksempel Edward de Bonos "[Seks tenkende hatter](#)".

Edward de Bono utviklet i midten av åttiårene en [metode](#) som kalles "Seks tenkende hatter" for å gjøre gruppers tankeprosesser mer effektive. Hovedproblemet ved tankearbeid er forvirring og sammenblanding som følge av at en forsøker å gjøre for mye samtidig; følelser, informasjon, logikk, håp og kreativitet – alt på samme tid. Dette kan virke forvirrende for den enkelte gruppedeltaker samtidig som gruppens medlemmer kan bli utrygge på hverandre.

På samme måte som en fargeskriver legger de enkelte fargene lagvis på hverandre, en for en, bør en søke å strukturere tankeprosesser. “[Seks tenkende hatter](#)” er en [metode](#) hvor en gjør én form for tenking av gangen, symbolisert ved fargen på en hatt. I gruppeprosesser kan dette være meget effektivt ved at alle i gruppen tar på seg samme hatt samtidig. Fargen på de ulike hattene representerer ulike roller:

Hvit hatt

Hvit er nøytral og objektiv. Den hvite hatten benyttes f.eks. når man diskuterer mål, fakta, tall, statistikk og definisjoner. Spørsmål/ forslag om hvilke data som skal samles.

Rød hatt

Den røde hatten signaliserer følelser og gir derved et følelsesmessig bilde. Man trenger ikke å argumentere for synspunkter, og det kan godt dreie som om intuisjoner/mavefølelse. Diskusjonene blir lett følelsesladede når den røde hatten er på.

Svart hatt

Svart representerer de negative aspekter og er således problemorientert. Det er ofte aspekter som følger av negativ logikk, varsomhet og rasjonale for ikke å gjøre noe. Typisk vil den svarte hatten fremkalle mange usikkerhetselementer knyttet til nedsiden, det vil si risiko.

Gul hatt

Den gule fargen symboliserer solen og det positive. Den gule hatten innebærer optimisme og positiv, logisk tenkning. Det blir derfor fokusert på muligheter. Nytte, kostnadsbesparelser, fordeler ved ulike type tiltak osv. Ofte en fremtidsrettet tenkning.

Grønn hatt

Grønn representerer vekst og indikerer derved kreativitet og nye ideer. Nye forslag, ulike alternativer og fokus på det som er interessant og nyskapende ved et forslag eller argument.

Blå hatt

Blå er en rolig farge som representerer kontroll over situasjonen og tankeprosessen. Den blå hatten er metahatten, som gir oversikt over helheten og som organiserer diskusjonsprosessen og bruken av de andre hattene. Den blå hatten kan forslå en spesiell struktur til en diskusjon (“10 minutter med hvit hatt, 15 minutter med gul, osv.”). Eller midt i en sesjon “Det ser ut til at vi bruker mer tid på rød hatt enn jeg regnet med – er det flere som er enige?”. Den blå hatten kan brukes for konklusjoner.

De seks hattene understøtter struktur og effektivitet, og er med på å redusere misforståelser som oppstår som følge av at for eksempel følelser og fakta sammenblandes og dermed ikke identifiseres og forstås av alle å nettopp tilhøre disse kategoriene.

4.4 Oppsummering

Menneskene er den største muligheten i prosjektet og er den avgjørende faktor som bestemmer om prosjektet blir vellykket eller ei. Prosjekter er i stor grad påvirket av usikkerhet. Mennesker kan styre usikkerheten til beste for prosjektet, og evnen til å sikre en effektiv usikkerhetsledelse avhenger av svært mange og ofte komplekse forhold knyttet både til personer og samarbeid i grupper.

De viktigste element i usikkerhetsprosessen er den subjektive identifisering og analyse av usikkerhet. Man benytter her menneskenes kunnskap, holdninger og kreativitet. I neste fase puttes ofte denne informasjonen inn i matematiske modeller for dermed å kunne synliggjøres med statistiske parametere og grafiske presentasjoner. For å oppnå kvalitet på usikkerhetsprosessen innenfor ofte begrensede rammer, bør man fokusere på å bruke mye tid i identifikasjonsfasen, og forenkle de matematiske modeller uten at disse mister sin evne til å reflektere mekanismene som gjelder i prosjektet. Dette er også viktig for at menneskene skal forstå hvordan modellene fungerer og dermed oppnå stor tillit til resultatene, som igjen skal være fundamentet for en tiltaksplan.

Kapittel 5 Forsvarets metode for usikkerhetsledelse

5.1 Formål

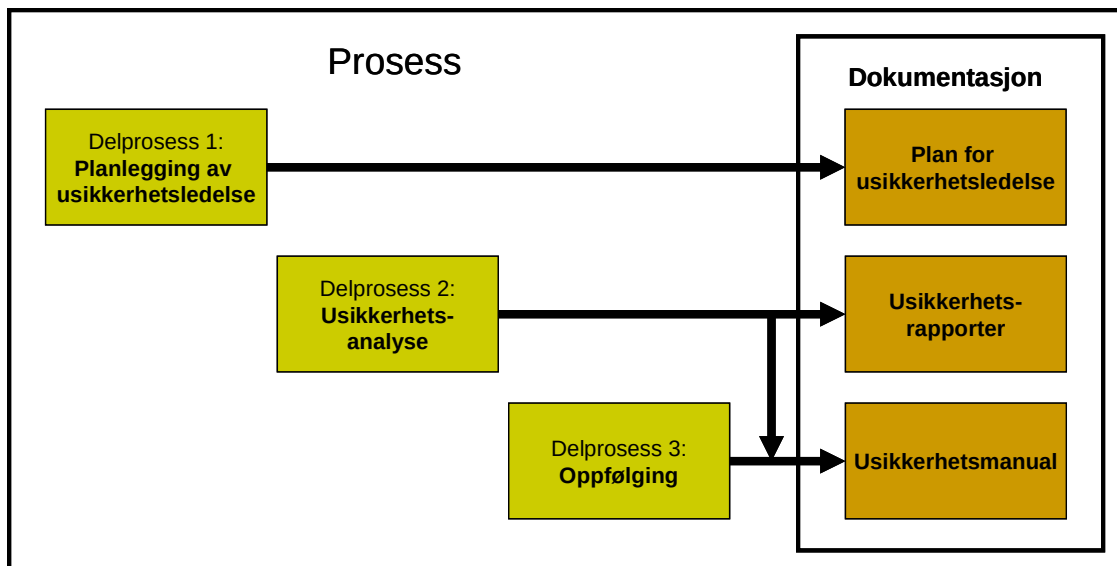
Forsvaret har utviklet en felles [metode](#) for usikkerhetsledelse i prosjekter som består av en [prosess](#) og ulike teknikker for å håndtere usikkerhet i prosjekter. Hovedformålet med usikkerhetsledelse er å gi et positivt bidrag til økt verdiskapning i Forsvarets prosjekter. En skikkelig gjennomført prosess vil blant annet bidra til økt sannsynlighet for å nå effektmål, reduserte kostnader og redusert gjennomføringstid.

En formalisert [prosess](#) øker forståelsen for hvordan usikkerhet kan håndteres på en systematisk og hensiktsmessig måte i prosjekter. Prosessen er med på å kvalitetssikre planleggings-, styrings- og beslutningsunderlaget til prosjektet, ved at svakheter i planer og estimater avdekkes og forbedres. En oppnår økt bevissthet og forståelse for hvordan [risiko](#) og [muligheter](#) påvirker prosjektets målsetninger. Prosessen øker muligheten for at usikkerheten håndteres riktig, samtidig som læringseffektene i organisasjonen forbedres, det vil si kunnskapen og erfaringsnivået med hensyn til korrekt usikkerhetsledelse økes. Tilfeldig usikkerhetsledelse i prosjektene unngås, og den enkelte [prosjektorganisasjonen](#) får et [eierskap til usikkerheten](#) i prosjektet.

5.2 Prosessen

I dette kapitlet vil prosessen gjennomgås relativt detaljert for å vise hvordan en prosess for usikkerhetsledelse kan gjennomføres i et [prosjekt](#) ved hjelp av kjente og enkle teknikker. Prosessen kan ved første gjennomlesing muligens oppfattes som svært formell og rigid. Dette er imidlertid ikke tilfelle, da det er tilstrekkelige frihetsgrader for individuelle tilpasninger for det enkelte prosjekt.

Prosessen er fremstilt som en [generisk prosess](#) som kan benyttes i alle Forsvarets prosjekter, og er illustrert i Figur 5.1 Prosess og dokumentasjon for usikkerhetsledelse. Den veileder nye brukere fra A til Å innenfor usikkerhetsledelse i prosjektene, mens den for erfarne brukere fungerer som et rammeverk. Prosessen bidrar til økt innsikt i hvordan usikkerhet påvirker totalprosjektet og gir retningslinjer for hvordan man best kan utnytte, redusere eller overføre usikkerhet. Den kan benyttes i alle typer prosjekter.



Figur 5.1 Prosess og dokumentasjon for usikkerhetsledelse

Prosessten kan deles inn i tre delprosesser kalt planlegging av usikkerhetsledelse, [usikkerhetsanalyse](#), samt oppfølging.

Den første delprosessen, *planlegging av usikkerhetsledelse*, bidrar til at prosjektleder får opp en plan for usikkerhetsanalyser og dokumentasjon. I tillegg må rammer og styringsunderlag skaffes til veie. Med rammer menes beskrankninger i form av styrende dokumenter, regelverk og tidligere beslutninger, mens styringsunderlag er eksempelvis mål, budsjetter, tidsplaner, prosjektstruktur, avtaler og spesifikasjoner.

Usikkerhetsanalyse er en systematisk gjennomgang av et prosjekt eller et beslutningsunderlag med det formål å synliggjøre *usikkerhetsbildet* og identifisere *forbedringstiltak*. Det skal gjennomføres usikkerhetsanalyser flere ganger og på ulike nivå gjennom hele prosjektutviklingsprosessen. Analysene kan være alt fra raske idédugnader på usikkerheter og tiltak i et prosjektmøte, til helhetlige og uavhengige kvantitative analyser.

Delprosessen *Oppfølging*, omfatter overvåking av usikkerhet og oppfølging av tiltak på ulike nivå i organisasjonen.

Det er viktig å dokumentere hvorledes prosjektet har utført usikkerhetsledelse i prosjektet. Man dokumenterer da bakgrunn for beslutninger, hvilke usikkerhetselementer man har identifisert og hvilke man har ansett for neglisjerbare, med andre ord så ivaretar man en sporbarhet i prosjektet og legger et grunnlag for erfaringsoverføring. Dokumentasjon er også viktig for at alle prosjektdeltagere skal være innforstått med hvilke vurderinger som er gjort i forhold til usikkerhet tidligere i prosjektet og hvilke tiltak som ble iverksatt for å redusere prosjektets totale usikkerhet.

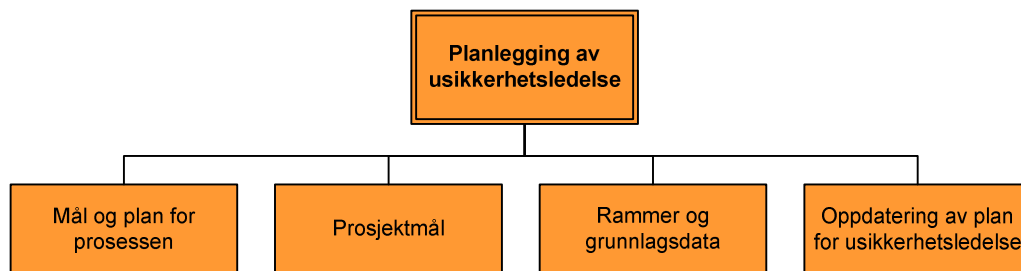
Avhengig av mål og omfang av usikkerhetsanalysen vil behovet for dokumentasjon kunne variere. Det skilles i hovedsak mellom tre typer dokumentasjon:

- Plan for usikkerhetsledelse
- Usikkerhetsdatabase / register
- Usikkerhetsrapport
- Usikkerhetsmanual

Den detaljerte beskrivelsen som følger for hver av delprosessene, er hovedsakelig delt inn i målsetning, innhold og utdata. Dette skal klargjøre:

- hvorfor delprosessen gjennomføres,
- hva den innebærer av oppgaver, og
- hva som skal være utdata/resultater fra det enkelte trinn.

5.3 Delprosess 1: Planlegging av usikkerhetsledelse



Figur 5.2 Planlegging av usikkerhetsledelse

5.3.1 Målsetning

Planlegging av usikkerhetsledelse er prosessen med å bestemme hvordan man tilnærmer seg og gjennomfører usikkerhetsledelsen i prosjektet. Dette gjøres med bakgrunn i prosjektets mål og rammebetingelser.

5.3.2 Innhold

Innholdet i denne delprosessen er definert av tre punkter for etablering av plan for usikkerhetsledelse og ett fjerde for å holde planen oppdatert.

Mål og plan for prosessen

Det må fastsettes hva som er målet for usikkerhetsanalysen(e) og når de planlegges gjennomført. Skal prosessen benyttes til å vurdere nytte - kostnad knyttet til alternative konsepter, til å vurdere gjennomføringsplan, til å vurdere gjennomførbarhet, til å vurdere kostnad, tid eller ytelse knyttet til produktet, organisering av prosjektet? Skal hele prosjektet vurderes eller deler av det? Det er viktig med en klar målsetning for prosessen da dette vil være grunnleggende for definisjon av arbeidsomfanget, som igjen er underlaget for planlegging av prosessen. *Prosjektets målsetninger* må ikke sammenblandes med *målet for prosessen*. Imidlertid fremgår det av ovenstående at målet for *usikkerhetsanalysen* vanligvis vil være knyttet til å evaluere/vurdere prosjektets målsetninger, altså produktet som skal fremskaffes. Rapporten skal også dekke usikkerheter knyttet til gjennomførbarheten av prosjektet. Dette er vanligvis usikkerheter knyttet til organisering, tilgang på ressurser, beslutningsprosesser og usikkerheter knyttet til aktører som har en indirekte påvirkning på prosjektet (eks testing av systemer i en operativ kontekst (militærøvelse)).

Prosjekt mål

En nøyaktig beskrivelse av prosjektets mål danner selve grunnlaget for en usikkerhetsanalyse. Vi ønsker å vurdere usikkerhet som kan påvirke våre muligheter til å nå prosjektets mål, og det må

da være en felles forståelse blant deltakerne i prosessen for prosjektets mål og delmål og hva slags usikkerhet som skal identifiseres. Eksempelvis kan et delmål være å fremskaffe et beslutningsunderlag med en viss kvalitet (ytelse) i form av Fremskaffelsesløsning, innenfor de økonomiske rammer og tid som er satt av for gjeldende fase. Og vi kan se på [usikkerhet](#) i forhold til oppnåelse av prosjektets endelige målsetning, for eksempel anskaffelse av et visst antall våpensystemer til en gitt kvalitet (ytelse), pris og tid. Det er viktig å skille mellom disse to, da den ene fokuserer på gjennomføringen av prosjektets inneværende fase, mens det andre tilfellet retter blikket helt frem til endelig leveranse og overføring av materiellet.

I forbindelse med identifisering av prosjektets mål, må også prioritering av målene fastsettes. Er det for eksempel viktigst at prosjektet fullføres innen planlagt tid, eller er man villig til å fire på tidsaspektet for å holde seg innenfor de økonomiske rammer som er satt. Dette er forhold som må avklares mellom prosjekteier og prosjektleder. Her må man også være oppmerksom på at prioriteringer kan endres underveis.

Rammebetingelser og grunnlagsdata

I planlegging av usikkerhetsledelse er det viktig at de involverte har forståelse for prosjektets mål, innhold, rammer og organisering. I tillegg kan eventuelle styrende dokumenter og interessenter i prosjektets omgivelser gi nyttig informasjon. Kvaliteten på dokumentasjon sier oftest veldig mye om kvaliteten på prosjektledelse. Og er dokumentasjon mangelfull er dette i seg selv en risiko.

Gjennomgang av informasjon skal gi deltakere fra prosjektet og utenforstående innsikt i og kunnskap om prosjektets bakgrunn, innhold og utfordringer. I Forsvarets prosjekter er følgende sentralt:

- **Overordnede målsetninger, strategier og rammebetingelser:** Den politiske ledelse og den øverste militære ledelse er overordnet for ethvert [prosjekt](#) i Forsvaret. Usikkerhetsledelsen i ethvert prosjekt i Forsvaret må derfor ta hensyn til eventuelle deler av deres virksomhetsstrategier og målsetninger som gir føringer for usikkerhetsledelsen i Forsvarets prosjekter. Disse vil vanligvis være en del av styringsdialogene på de ulike nivåer og således være nedfelt i de formelle styringsdokumenter (se under), faste dokumenter (instrukser, retningslinjer mv) eller dokumenter som er en del av “ad hoc” styringen, jf Forsvarsdepartementets retningslinjer for etatsstyring.
- **Planer og styringsdokumenter:** Dokumenter av denne typen er styringsdokumenter fra Forsvarsdepartementet, Forsvarssjefens styringsdokumenter, generalinspektørens styringsdokumenter etc. Disse dokumentene vil være overordnede og styrende for prosjektet og således premissgivende for usikkerhetsledelsen i prosjektet (se pkt over).
- **Prosjektdokumenter:** Eksempler på slike er:
 - Konseptuell løsning og Fremskaffelsesløsning
 - For EBA-prosjekter kan dette være Prosjektskjemaer, Behovs- og funksjonsanalyse, Romprogram, Forprosjekt, Iverksettingsskriv, ulike rapporter mv.
 - For NATO-finansierte prosjekter kan dette være Capability Package, Project Data Sheet (PDS), Budsjettforslag, Type B Cost Estimate (TBCE), Detaljprosjekt, mv.
- **Prosjektmål/prosjektets viktigste suksesskriterier:** Prosjektmål må være klart definert. Prosjektets suksesskriterier bør være definert for å sikre at prosjektet skal ha best mulig forutsetninger for å lykkes. Både prosjektmål og suksesskriteriene er viktig informasjon med hensyn til usikkerhetsledelsen.

- **Prosjektets omfang:** Prosjektets prosjektstruktur, tids- og kostnadsrammer
- **Kontrakter/kontraktsplaner:** Eventuelle inngåtte kontrakter i prosjektet er selvsagt viktige. Kontraktsplaner for Forsvaret kan være planer fra FD om f eks tverrprioriteringer, forseringer av kontrakter, gjenkjøp mv.
- **Tidsplan:** Prosjektets detaljerte tidsplan med milepæler
- **Kostnadsestimat og budsjett:** Prosjektets kostnadsestimat og budsjett
- **Fremdriftsrapporter:** Månedrapporter, andre statusrapporter
- **Ressurser og kompetanse:** Organisasjonskart med rolle/ansvarsbeskrivelse.

Informasjonsmengden og detaljeringsgraden vil avhenge av hvilken fase man er i prosjektet.

Oppdatering av plan for usikkerhetsledelse

Plan for usikkerhetsledelse skal oppdateres ved starten av hver prosjektfase og forøvrig når situasjonen tilsier det som følge av eksempelvis beslutninger, utvikling av prosjektet, tilflyt av informasjon eller ved endrede omgivelser og rammebetingelser.

5.3.3 Utdata

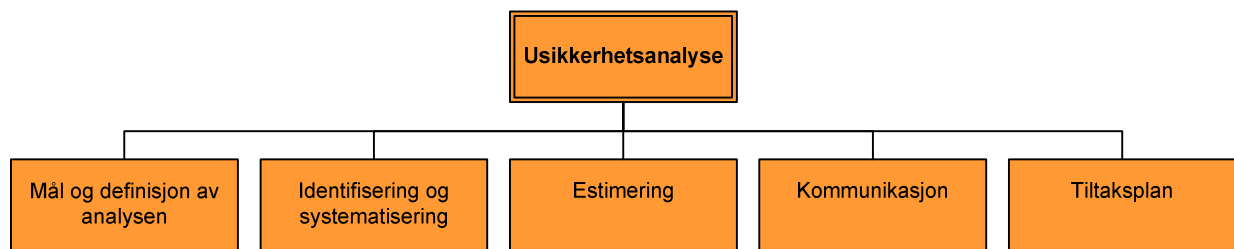
Plan for usikkerhetsledelse

Plan for usikkerhetsledelse beskriver hvordan identifikasjon, kvalitativ og kvantitativ analyse, tiltaksplanlegging, overvåkning og styring vil bli strukturert og utført gjennom prosjektets livssyklus.

Plan for usikkerhetsledelse kan inneholde følgende:

- Mål for usikkerhetsledelse
- Roller og ansvar
- Aktiviteter og milepæler
- Rutiner og tidsplan for usikkerhetsanalyse
- Bruk av metoder og verktøy
- Format på usikkerhetsmanualen
- Rapportering

5.4 Delprosess 2: Usikkerhetsanalyse



Figur 5.3 Usikkerhetsanalyse

5.4.1 Målsetning

Målsetningen med usikkerhetsanalysen er å gi et kvalitativt og kvantitativt bilde av prosjektets usikkerhet, og med bakgrunn i dette gi merverdi i den videre gjennomføringen av prosjektet ved å blant annet påpeke eventuelle mangler eller kritiske områder samt foreslå tiltak på relevante områder. En usikkerhetsanalyse vil kunne gi svar på følgende spørsmål:

- Hvor stor er prosjektets økonomiske usikkerhet?
- Hvilke usikkerheter står prosjektet ovenfor?
- Hva er utfallsrommet (hvor godt og hvor dårlig kan det gå)?
- Hva er det som bidrar mest til denne usikkerheten, det vil si hva kan vi gjøre noe med?
- Hvilke tiltak kan iverksettes?
- Hvordan kan vi bli bedre?
- Hvilke strategier (akseptere, redusere, overføre osv) bør en velge for å håndtere ulike usikkerheter?

Usikkerheten relateres til en eller flere måleparametere, eksempelvis nytte - kostnad, levetidskostnad, gjennomføringsusikkerhet (ressurser / kompetanse osv), investeringskostnad, tid, ytelse eller sikkerhet. Usikkerhetsanalyser gjennomføres flere ganger og på ulike nivå gjennom hele prosjektutviklingsprosessen.

5.4.2 Innhold

Usikkerhetsanalyseprosessen deles inn i flere trinn. Inndelingen kan gjøres på forskjellige måter. Det grunnleggende prinsippet går imidlertid generelt ut på å sette mål for og planlegge denne prosessen, identifisere hvilke usikkerheter som påvirker prosjektet, angi hvordan usikkerhetene virker inn på prosjektet, kommunisere resultatene og med bakgrunn i dette identifisere og prioritere tiltak for forbedring. Trinnene i analysen er som følger:

Trinn 1: Mål og definisjon av analysen

Dette trinnet består i å definere mål for og planlegge utførelsen av de resterende trinn. Generelt må følgende besvares:

- Hva skal analyseres? Er det en beslutningsanalyse, kostnadsanalyse, tidsanalyse, analyse av kvalitet eller annet? Hvordan bør analysen utføres for best mulig å realisere målet med analysen?
- Hvem deltar på analysen? Hvilke prosjektaktører og interessenter skal delta i analysen?
- Hvilken fremgangsmåte og metoder skal benyttes (kvalitative eller kvantitative)?
- Hvor og når skal møter, gruppesamlinger og/eller intervjuer gjennomføres?
- Hvordan og til hvem skal resultater kommuniseres?

Et par teknikkene for å støtte dette trinnet beskrives nærmere i Kapittel 6.

Trinn 2: Identifikasjon og systematisering

Neste trinn består i å identifisere alle tenkbare usikkerheter som kan påvirke prosjektet. Derneft må usikkerhetene systematiseres slik at de kan analyseres videre.

Til identifisering kan forskjellige teknikker benyttes som eksempelvis intervjurunder med eksperter, brainstormingsprosesser, gruppemøter, bruk av [sjekklister](#), SWOT-analyse og interessentanalyser. De mest aktuelle teknikkene beskrives nærmere i Kapittel 7 og Kapittel 8. I første omgang må en søke å identifisere *flest mulig* forhold og ikke neglisjere noen. Det er viktig at man benytter kreativiteten i prosjektorganisasjonen for å få frem de forhold som er unike i det enkelte prosjekt.

Det som er opplagte usikkerhetslementer for en person/aktør trenger ikke nødvendigvis å være det for andre. Dette skyldes blant annet at personer har forskjellig erfaring, ståsted, evne og vilje til å se usikre elementer, kunnskap, holdning til usikkerhet mv. Identifikasjon bør derfor gjøres i en gruppe med sentrale aktører som deltar eller støtter prosjektet. En oppnår da kunnskap om utfordringene og spesielle forhold i prosjektet, og sikrer at aktørene blir involvert og får eierskap til usikkerheten og ledelsen av den.

Erfaring viser at det er relativt enkelt å identifisere usikkerhetslementer som ligger i de interne forhold i prosjektet, mens en ofte har problemer med å identifisere eksterne forhold som ligger utenfor, men som påvirker prosjektet. Det er derfor hensiktsmessig å også ta med personell som sitter utenfor prosjektorganisasjonen.

Etter å ha gjennomført identifiseringen vil man ende opp med et stort antall usikkerhetslementer. Det vil være umulig å håndtere disse på en god måte i den videre analysen uten en form for systematisering. Målsettingen er å gjøre det enklere å etablere en modell for usikkerheten i prosjektet. Eksempler på systematisering av usikkerheter er *gruppering* og inndeling i hendelses- og estimatusikkerhet. Definisjonen av de to usikkerhetstypene er som følger:

- **Estimatusikkerhet:** Usikkerhet som skyldes at man ikke har all informasjon om prosjektet tilgjengelig, og man må derfor gjøre forutsetninger, eller antakelser, for å kunne planlegge. Denne type usikkerhet er ”kontinuerlig”, det vil si at resultatet kan forventes å bli en av verdiene innenfor ett kontinuerlig utfallsrom. Eksempelvis en aktivitets varighet.
- **Hendelsesusikkerhet:** Hendelser påvirker prosjektet med en sannsynlighet og tilhørende konsekvens. Hendelser har altså kun to utfall, enten inntreffer de eller så inntreffer de ikke. Inntreffer de har de en konsekvens på prosjektets mål (positiv eller negativ), inntreffer de ikke har de ikke en konsekvens på prosjektets mål.

Trinn 3: Estimering

Hensikten med dette trinnet er å evaluere hvordan usikkerhetene påvirker prosjektets mål og rammer. Trinnet kan deles inn i følgende aktiviteter:

1. Modellering

Enhver analyse omfatter strukturering av problemstillingen, eller modellering. Det finnes flere ulike modeller og metoder. Valg av modell vil være avhengig av flere forhold; usikkerhetselementenes natur (estimatusikkerhet/hendelsesusikkerhet), kompleksitet i usikkerhetsbildet, tilgang til erfaringstall for kvantifisering og behov for detaljeringsgrad i analysen. En skiller mellom *kvalitative* og *kvantitative teknikker*:

- **Kvalitative teknikker** benyttes når man raskt skal etablere en oversikt over de største usikkerhetene som påvirker prosjektet som underlag for prioritering av tiltak og overvåkning av usikkerhet. Usikkerhetenes påvirkning angis med subjektive vurderinger (eksempelvis neglisjerbar, betydelig, kritisk). En kvalitativ analyse gir dermed usikkerhetenes innbyrdes betydning, men angir ikke utfallsrom for eksempelvis tids og kostnadsestimat.
- **Kvantitative teknikker** synliggjør prosjektets totale usikkerhetsbilde kvantitativt, og benyttes når det kreves at en avdekker utfallrommet (usikkerhetsspennet) i en eller flere målte parametere (eksempelvis kostnader og tid (ferdigstillelsesdato)). Usikkerhetenes påvirkning angis numerisk. En kvantitativ analyse benyttes eksempelvis for å kunne bestemme realistiske kostnadsmål, kostnadsramme og reserver for prosjektet. En kvantitativ analyse kan være alt fra en enkel analyse av investeringskostnaden ved bruk av analytiske tilnærmingsformler til mer sofistikerte analyser av flere måleparametere og dimensjoner ved bruk avanserte simuleringsverktøy. Gjennomføring av en kvantitativ analyse vil normalt kreve bruk av dataverktøy med tilhørende kunnskap og kompetanse om metodikk.

2. Kvantifisering

Når modellen er etablert, vil det neste trinnet være å kvantifisere usikkerhetene. Dette kan gjøres både numerisk i reelle verdier (for eksempel tid og kroner) og kvalitativt (for eksempel høy, middels, lav).

3. Beregninger (kvantitative modeller)

Selve beregningene kan gjøres med analytiske beregninger (for eksempel i henhold til *Trinnvis kalkulasjon*) eller simuleringer (*Monte Carlo teknikken*). Forsvaret har i samarbeid med Det Norske Veritas og Metier tatt frem en metodikk som sikrer at alle forsvarets prosjekter estimerer etter de samme normer. Denne er beskrevet i Kapittel 9 og Kapittel 10.

4. Resultater

Fremstilling av resultater blir gjort enten ved tabellarisk oppsummering eller ved ulike grafiske fremstillinger (for eksempel S-kurve, tornadodiagram, kritikalitetsmatrise)

Kapittel 9 beskriver ulike metoder og teknikker mer inngående.

Trinn 4: Kommunikasjon

Formålet med kommunikasjonstrinnet er å formidle resultatene fra analysen til medarbeidere, ledelsen og andre interessenter slik at de får en omforent forståelse av hvordan usikkerheten kan påvirke prosjektet og betydningen av å iverksette tiltak. Det er avgjørende at kommunikasjonen foregår uten at informasjonen mellom aktørene farges for mye av aktørenes personlige interesser og motiver. Det vil ofte være ønskelig at beslutningstakere deltar i analysen for å sikre riktig forståelse og forankring av både usikkerhetsbildet og senere tiltaksplanen. Kapittel 10 inneholder en utdyping vedrørende kommunikasjon.

Trinn 5: Tiltaksplan

Et sentralt poeng er at en ikke kan analysere seg vekk fra usikkerhet. For å utnytte muligheter og redusere risiko må det iverksettes tiltak. Resultatet skal være en plan over tiltak i prioritert rekkefølge, med ansvars plassering for iverksetting og oppfølging. Tiltak knyttet til usikkerhetselementene skal inngå som en del av prosjektets rutinemessige fremdriftsrapportering.

Prioritetslisten over usikkerhetselementene, som ble utarbeidet i estimeringstrinnet, legges til grunn når en skal vurdere hvor det kan være hensiktsmessig å gå inn med tiltak for å utnytte mulighetene og redusere risikoen. Aktuelle måter å håndtere [usikkerhet](#) på må identifiseres, evalueres og velges. Dette gjøres med bakgrunn i prioritetslisten og den informasjon som deltakere i prosessen sitter med etter å ha vært igjennom foregående trinn. I utgangspunktet skal det identifiseres tiltak for alle kritiske usikkerhetselementer. En strukturert [prosess](#), i tillegg til prosjektpersonell med evne til å tenke nytt, er nøkkelord for å nå dette målet. Denne fasen kan med fordel innledes med en opplisting av mulige initiativer (brainstorming).

[Styrbarhet](#) er et viktig element i denne sammenheng. Noen usikkerhetselementer kan påvirkes med enkle tiltak, mens andre ikke kan påvirkes i det hele tatt. Fokus settes på tiltak knyttet til de største usikkerhetene, og målsettingen er utnyttelse av muligheter og reduksjon av risiko. Tiltakene kan være å etablere nye angrepsvinkler, innovative tiltak, tiltak som går direkte på forventede problemområder osv. Punktene på listen bør prioriteres, eventuelt ved en kostnad/nyttevurdering. En bør alltid søke å få enighet om tiltakene i gruppen.

Ulike teknikker for å identifisere og følge opp tiltak blir nærmere beskrevet i Kapittel 12.

5.4.3 Utdata

Usikkerhetsmanual

Usikkerhetsmanualen inneholder en oversikt over alle åpne usikkerheter med prioritet og angivelse hvem som er "eiere" av usikkerhetene. Videre omfatter manualen gjeldende tiltaksplan med prioriterte tiltak og ansvarlige for iverksettelse, og kan i tillegg inneholde annen informasjon som eksempelvis frister, status på tiltak og restusikkerhet.

Omfanget av en usikkerhetsmanual vil kunne variere fra prosjekt til prosjekt, men består av en del faste maler for oppsett og innhold (se vedlegg D). En manuell usikkerhetsmanual kan vedlikeholdes uten bruk av spesielle dataverktøy, og bygger kun på rene word-maler og tabeller. Avhengig av mengde informasjon, varigheten av prosjektet og omfanget av usikkerhetsanalysen vil man kunne få behov for et dataverktøy for å støtte denne dokumentasjonsjobben.

Forsvaret bruker Easy Risk Manager som sitt foretrukne verktøy for å styre usikkerheten og tiltakene i prosjektet.

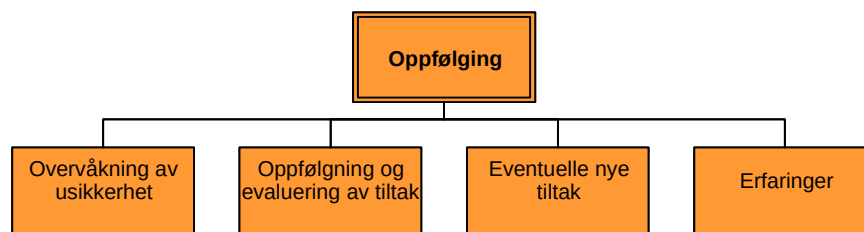
I prosjekter hvor [usikkerhet](#) håndteres daglig, har det vist seg hensiktsmessig å distribuere informasjon i en elektronisk usikkerhetsmanual i stedet for på papirutgaver. Dette letter både oppdatering og oppfølging for prosjektets medarbeidere, og er en fin måte å sikre kommunikasjon mellom prosjektets medarbeidere på.

Usikkerhetsrapport

Ved beslutningspunkter og ved utarbeidelse av PRINSIX - dokumenter er det et krav til at det utføres en [usikkerhetsanalyse](#) av prosjektet. Dette krever en annen dokumentasjonsform enn en usikkerhetsmanual. En [usikkerhetsrapport](#) er en mer komprimert mal for dokumentasjon av de viktigste resultatene fra en usikkerhetsanalyse. Typisk vil kun sammendraget av en usikkerhetsrapport inngå i et PRINSIX - dokument, mens selve usikkerhetsrapporten kan følge med som et vedlegg.

Ved grundig dokumentasjon av resultater og grunnlagsdata ved usikkerhetsledelse, sikrer man sporbarhet i prosjektet og muligheten for senere erfaringsoverføring til andre prosjekter. Ved hyppig skifte av prosjektpersonell, vil dokumentasjon av prosjektets utvikling være til stor hjelp. Offentlige prosjekter generelt vil i stor grad påvirkes av [ekstern usikkerhet](#) som prosjektet selv ikke kan kontrollere. Overskridelser eller forsinkelser i offentlige prosjekter kan for eksempel skyldes politiske beslutninger, endringer i prosjektets rammer og forutsetninger underveis, overordnede beslutninger som påvirker prosjektets omfang uten at rammene endres tilstrekkelig etc. Dokumentasjon av denne type usikkerhet vil i større grad enn tidligere kunne forklare eventuelle «avvik» fra opprinnelige prosjektplaner og budsjetter.

5.5 Delprosess 3: Oppfølging



Figur 5.4 Oppfølging

5.5.1 Målsetning

Hensikten med dette trinnet er å overvåke utviklingen i de identifiserte usikkerhetselementene, følge opp og evaluere om de iverksatte tiltakene fungerer etter hensikten, og om nødvendig identifisere og iverksette nye tiltak. Ved en aktiv oppfølging av usikkerhet i prosjekter vil man kunne vinne erfaringer som kan være nyttige å ta med seg for videre faser i prosjektet eller overføre til nye prosjekter i Forsvaret.

5.5.2 Innhold

Overvåkning og styringstrinnet innebærer både overvåkning av utviklingen for identifiserte usikkerhetselementer som det ikke er iverksatt tiltak mot, og oppfølging av kritiske usikkerhetselementer for å kontrollere at iverksatte tiltak har effekt som forventet.

Tiltak som har blitt iverksatt tidligere, må evalueres og følges opp. Evaluering av tiltakene må være konsentrert om effekten av disse. Med bakgrunn i dette skal det tas beslutning om eksisterende tiltak er tilstrekkelige, eller om det er nødvendig med andre/nye tiltak.

Avslutningsvis skal alle nye tiltak integreres i tiltaksplanen, iverksettes og følges opp. Dette vil være en kontinuerlig [prosess](#) gjennom hele prosjektet.

Det er viktig å presisere at den daglige ledelsen av usikkerhet i prosjekter vil være en kontinuerlig prosess. Usikkerhet skal tas opp som et punkt på fremdriftsmøter i prosjektet og om nødvendig i egne møter. Generiske erfaringer prosjektet gjør seg underveis i prosessen bør dokumenteres og gjøres tilgjengelig for andre prosjekter i Forsvaret.

5.5.3 Utdata

Oppdatert usikkerhetsmanual

Overvåkning og styring resulterer i en oppdatert usikkerhetsmanual.

Kapittel 6 Teknikker ved mål og definisjon av analysen

Dette kapittelet skisseres teknikker som kan være til hjelp i den innledende delen av en usikkerhetsanalyse for å kartlegge mål og ambisjonsnivå, samt å få en oversikt over prosjektets karakteristika.

6.1 Kartlegging av mål og ambisjonsnivå

Prosjektkostnader og fremdrift påvirkes sterkt av målprioriteringen og ambisjonsnivået knyttet til en del forhold i prosjektet; eksempelvis er vi villige til å betale forsering hvis vi ikke klarer å holde fremdriftsplanen? En usikkerhetsanalyse bør alltid ta utgangspunkt i prosjektets målprioritering. I tillegg vil enighet og bevissthet om prioriteringene i prosjektorganisasjonen vanligvis redusere prosjektets generelle usikkerhet.

Figuren nedenfor illustrerer en enkel teknikk for fastsettelse og kommunikasjon av mål og ambisjonsnivå for en del sentrale forhold i et prosjekt (forholdene tilpasses prosjektets situasjon). Utfylling av en slik tabell bør gjøres på forhånd eller som del av en usikkerhetsanalyse hvor de sentrale personene deltar. Prioriteringene må deretter nedfelles i prosjektets styringsdokumentasjon. Det er viktig å merke seg at et særs høyt ambisjonsnivå ikke oppnås uten særskilte tiltak.

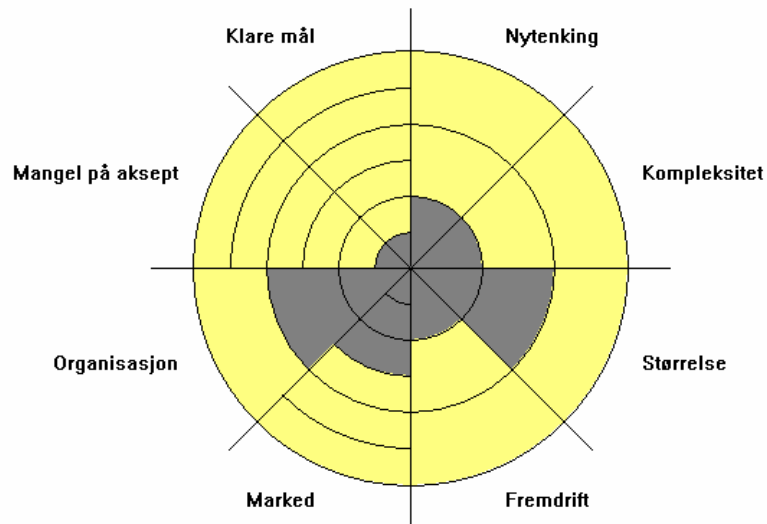
Mål/forhold	Prioritering/Ambisjonsnivå			
Knyttet til prosjektgjennomføringen	Lavt	Medium	Høyt	Særs høyt
Oppnå fremdriftsmålet				X
Investeringskostnad (lavest mulig)			X	
Kommunikasjon med interessentene			X	
Prosjektstyringsnivå		X		
Knyttet til løsningen/sluttproduktet	Lavt	Medium	Høyt	Særs høyt
Brukertilfredshet		X		
Kapabilitet (kapasitet, teknologi, funksjonalitet)		X		
Pålitelighet/driftsikkerhet/tilgjengelighet			X	
Levetidskostnader (lavest mulig)				X

Figur 6.1 Angivelse av prosjektets prioriteringer mål og en del sentrale forhold

6.2 Kartlegging av prosjektets karakteristika - Situasjonskartet

Ved oppstart av en usikkerhetsanalyse kan det være hensiktsmessig å få en rask oversikt over hva som kjennertegner prosjektet man står ovenfor. Situasjonskartet vist i figuren nedenfor skal reflektere ressursgruppens intuitive forståelse av hvilke overordnede forhold som karakteriserer prosjektet. Karakteristika kan for eksempel være prosjektets størrelse, grad av nytenkning, markedsmessige utfordringer og kompleksitet. Hver av parametrene angis med fra ”lav grad av” (ikke skravert) til ”høy grad av” (skravert). Referansen er ressursgruppens egen erfaringsbakgrunn, det vil si hvordan er dette prosjektet i forhold til det man har vært borti før?

Metodisk utgjør situasjonskartet et bidrag til ”bakteppet” for den videre analysen som et grunnlag for konsistensvurderinger. Situasjonskartet er et nyttig hjelpemiddel å henge på veggen når man gjennomfører identifisering av usikkerheter (idemyldring/brainstorming).



Figur 6.2 Eksempel på et situasjonskart for et prosjekt

I eksemplet står man ovenfor et prosjekt med stor aksept og klare mål. Prosjektet er relativt stort, men ikke spesielt komplekst og har ingen vesentlige utfordringer knyttet til nytenkning og fremdrift. Prosjektet har imidlertid vesentlige organisatoriske og delvis markedsmessige utfordringer.

Dersom et prosjekt kommer ut med mye skravering skal man forvente at usikkerheten som avdekkes i analysetrinnene er tilsvarende stor, og vice versa dersom prosjektet kommer ut med lite skravering. Ved motstridende resultat må situasjonskartet og analysetrinnene vurderes på nytt.

Kapittel 7 Teknikker for identifisering

Usikkerhetsidentifikasjon innebærer å identifisere de usikkerhetselementer som kan påvirke prosjektet og dokumentere egenskapen til hver av dem.

Deltakere i usikkerhetsidentifiseringen inkluderer vanligvis følgende: Fasilitator og sekretær, nøkkelpersoner i prosjektteamet, brukere, prosjekteier, eventuelt andre prosjektledere og eksterne eksperter.

7.1 Brainstorming

Brainstormingsseanser (idédugnad/ idémyldring) er en enkel og effektiv teknikk. Den innebærer at man setter sammen en gruppe med så bred og relevant erfaring som mulig. Fasilitator bør benytte et situasjonskart, målmatriser og prosjektplan som "veggpryd" for å underlette prosessen. Hvert gruppemedlem oppfordres til å komme med sitt forslag til potensielle usikkerhetselementer. Ingen kritikk (verken verbalt eller av annen art) er tillatt. Den som leder [prosessen](#) må ha kompetanse innen usikkerhetsledelse, og gjerne erfaring fra prosesser i andre prosjekter. Når seansen er over, skal informasjon struktureres og dokumenteres.

Antallet deltagere bør være fra fem til ti for å få frem et bredt syn på prosjektet. Flere deltagere kan være relevant i spesielle tilfeller. Prosessen ledes av en prosessleder/fasilitator som har som hovedoppgave å:

- Sikre en balansert prosess
- Akseptere ethvert innlegg uten diskusjon
- Motivere gruppen til å bidra og se bredt på analysen
- Bidra til at alle deltagere deltar
- Komme med egne innspill og forslag
- Oppsummere og konkludere

Det anbefales at prosessen innledes med en 10 minutters individuell "tenkepause", hvor hver deltager noterer "sine" usikkerhetselementer i form av stikkord. Deretter samles stikkordene inn ved at hver deltager gir ett stikkord av gangen før man går til neste deltager. Denne rutinen fortsetter inntil alle har bidratt med alle sine stikkord. Hvis en deltagers stikkord allerede finnes, noteres denne ikke igjen. I tvilstilfeller tas stikkordet med. Det er ikke anledning til å argumentere mot andres stikkord under brainstormingen.

For å gjøre gruppens tankeprosess mer effektiv, er det nyttig å strukturere seansen. Prosessleder vil da be gruppemedlemmene om f eks bare å tenke på risiko, deretter ta en pause, så bare tenke på muligheter osv. Resultatet av en slik styrt gruppeprosess er alltid bedre enn en usystematisk prosess.

Deltakerne analyserer prosjektet i forhold til analysens mål (for eksempel kostnader eller fremdrift). Først prøver de å svare på hvilke styrker og svakheter prosjektet har på det aktuelle området, deretter på hvilke trusler en står overfor og hvilke muligheter som kan åpne seg. Gruppens tanker kan noteres som stikkord i en firefeltstabell. Det bildet av trusler og muligheter som kommer fram, brukes som grunnlag for å diskutere strategier for å unngå de førstnevnte og realisere de sistnevnte. Figur 7.1 SWOT - analyse viser i hvilket format denne analysen kan dokumenteres.

7.5 Interessentanalyse

Interessenter er personer, interessegrupper eller virksomheter som på en eller annen måte har en interesse i eller blir berørt av prosjektet. Interessenter representerer usikkerhet for prosjektet på grunn av sin påvirkningskraft og til dels avvikende målsettinger i forhold til prosjektets målsettinger. En identifikasjon og eventuell analyse av interne og eksterne interessenter gir et viktig bidrag til prosjektets usikkerhetsbilde.

En full interessentanalyse kan deles inn i følgende tre trinn:

1. **Identifisering:** Hvilke eksterne og interne aktører må prosjektet forholde seg til?
2. **Analyse** av interessentenes:
 - rolle og innflytelse på prosjektet
 - krav, behov og forventninger til prosjektet
 - mål og preferanser i forhold til prosjektet – avviker disse med prosjektets mål og preferanser?
 - potensial for samarbeid
3. **Strategi:** Utvikling av strategier for håndtering av interessenter.

Figuren nedenfor viser en teknikk for kategorisering av interessenter i forhold til potensial for samarbeid og potensial for å true prosjektet. Prosjektet kan deretter tilpasse strategier i forhold til i hvilken rute interessentene er plassert.

		Potensial for å true prosjektet	
		Høy	Lav
Potensial for samarbeid	Høy	Interessent 1 Interessent 2 Interessent 3	Interessent .. Interessent .. Interessent ..
	Lav	Interessent .. Interessent .. Interessent ..	Interessent .. Interessent .. Interessent ..

Figur 7.2 Eksempel på teknikk for kategorisering av interessenter

Kapittel 8 Teknikker for systematisering

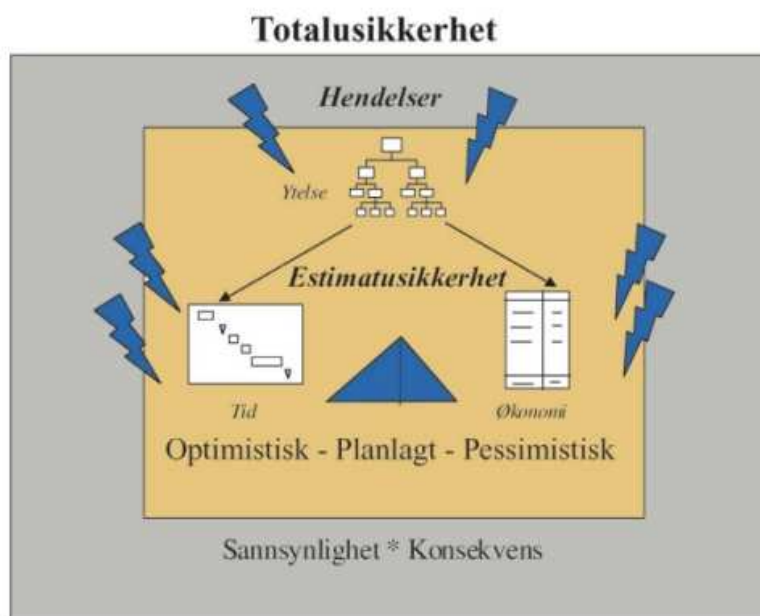
I en identifiseringsrunde, enten det benyttes brainstorming, intervjuer eller andre [metoder](#), vil det komme opp et stort antall [usikkerhetselementer](#) som skal håndteres videre i [prosessen](#). Vi vil derfor ha behov for å systematisere denne informasjonen på en hensiktsmessig måte, før vi behandler hvert element videre. I dette kapitlet skisseres mulige måter å systematisere [usikkerhet](#) på.

8.1 Estimatusikkerhet og hendelser

Prosjektets totale usikkerhet kan deles inn i to hovedtyper; ”hendelses-” og ”[estimatusikkerhet](#)”. Hendelser påvirker prosjektet med en [sannsynlighet](#) og tilhørende [konsekvens](#). [Estimatusikkerhet](#) er usikkerhet i kostnads- og tidsestimater som følge av mangelfull eller lite detaljert informasjon.

Figur 8.1 Prosjektets totalusikkerhet illustrerer de to typene. ”Totalusikkerhet” er summen av usikkerhet generert av [hendelser](#) og [estimatusikkerhet](#). Dette blir [det totale usikkerhetsbildet](#) i prosjektet. Figuren reflekterer dette ved å illustrere hendelser som ”lyn” som, dersom de treffer, får en [konsekvens](#), positiv eller negativ, for prosjektets ytelse, økonomi og/eller tid.

[Estimatusikkerheten](#) skyldes mangelfull informasjon i planleggingsprosessen og vil alltid være tilstedeværende i prosjektet. Usikkerhet av denne typen vil naturlig reduseres over prosjektets faser. Usikkerheten knyttet til ytelse reflekteres gjennom usikkerhet i [tidsplaner](#) og kostnadsestimater. Denne type usikkerhet reflekteres gjennom et [utfallsrom](#), her forenklet som trepunkts estimat eller ”optimistisk – planlagt – pessimistisk”.



Figur 8.1 Prosjektets totalusikkerhet

Estimatusikkerhet

[Estimatusikkerhet](#) er gitt ved et intervall, det vil si som et kontinuerlig [utfallsrom](#). Når man eksempelvis skal estimere varigheten på en aktivitet, må dette baseres på forutsetninger og

arbeidsomfang. Forutsetninger beskriver produktivitet, arbeidsmetoder og ressurstilgjengelighet. Arbeidsomfanget beskriver mengder og beskaffenhet. I tidligfase vil det være stor [usikkerhet](#) knyttet til alle disse parametrene. Erfaringsdata viser at produktiviteten kan variere svært mye, avhengig av kompetanse og arbeidsforhold. Arbeidsomfanget er også lite detaljert, noe som medfører at mengder eller volum vanskelig kan spesifiseres som ett tall, men heller innenfor ett intervall. [Estimatusikkerhet](#) er altså usikkerhet som skyldes at man ikke har all informasjon om prosjektet tilgjengelig, og man må derfor gjøre forutsetninger, eller antakelser, for å kunne planlegge. Denne type usikkerhet er ”kontinuerlig”, det vil si at resultatet kan forventes å bli en av verdiene innenfor et kontinuerlig [utfallsrom](#). Når man planlegger, må derfor denne usikkerheten inkluderes. En aktivitets varighet kan eksempelvis variere fra 15 dager til 30 dager. Dette betyr også at varigheten når aktiviteten er omme kan vise seg å bli 17 dager, 21 dager, 25 dager osv alt avhengig av hva som vil skje i virkeligheten med de nevnte parametrene.

Hendelsesusikkerhet

En myndighetsbeslutning, i positiv eller negativ retning for prosjektet, kan defineres som en hendelse. Enten blir beslutningen om oppstart av prosjektet fattet, eller så blir den utsatt. De to alternativene kan da gis en sannsynlighet på bakgrunn av den informasjon prosjektet sitter inne med; eksempelvis 20 % sannsynlighet for at beslutningen fattes og 80 % sannsynlighet for at beslutningen utsettes. Dersom beslutningen fattes, er [konsekvensen](#) at prosjektet kan starte opp 3 måneder tidligere enn planlagt. Beslutningen, eller hendelsen, har altså en stor positiv [konsekvens](#) for prosjektets [tidsplan](#).

Mangelfull ytelse kan oppdages i testfasen som følge av at krav til systemet ikke er oppfylt. Dette er en hendelse med negative [konsekvenser](#) for prosjektets mål. Langvarig dårlig vær i et tidsrom i planen hvor det skal foregå en [aktivitet](#) som krever solskinn og vindstille er et eksempel på en hendelse, uventet lekkasje i en fjelltunnel er et annet.

Hendelser har altså kun to utfall, enten inntreffer de eller så inntreffer de ikke. Det er først og fremst hendelser som påvirker prosjektets mål som prosjektet bør fokusere på.

Eksempler

Valutausikkerhet er et eksempel på en variabel som må beskrives innenfor ett intervall. Ved innkjøp av eksempelvis et våpensystem fra USA må man ta hensyn til at innkjøpet må gjøres i US\$. I løpet av de siste årene har kursen på US\$ versus NOK (norske kroner) svingt mellom 5,5 og 8 som ytterpunkter og ca 7 som tyngdepunkt. US\$ varierer altså innenfor ett intervall og dette må da tas med når man skal beregne kostnadsestimatet for prosjektet. Dersom innkjøpet beløper seg til 1 milliard NOK, er [konsekvensen](#) av mulige variasjoner i US\$ at prisen kan bli eksempelvis inntil 20 % lavere og inntil 20 % høyere.

En [hendelse](#) i dette eksempelet ville være at ett av landene stod foran en mulig devaluering. Dette ville få store konsekvenser for prosjektets kostnadsestimat. Denne hendelsen har altså bare to utfall, enten blir valutaen devaluert eller så blir den det ikke.

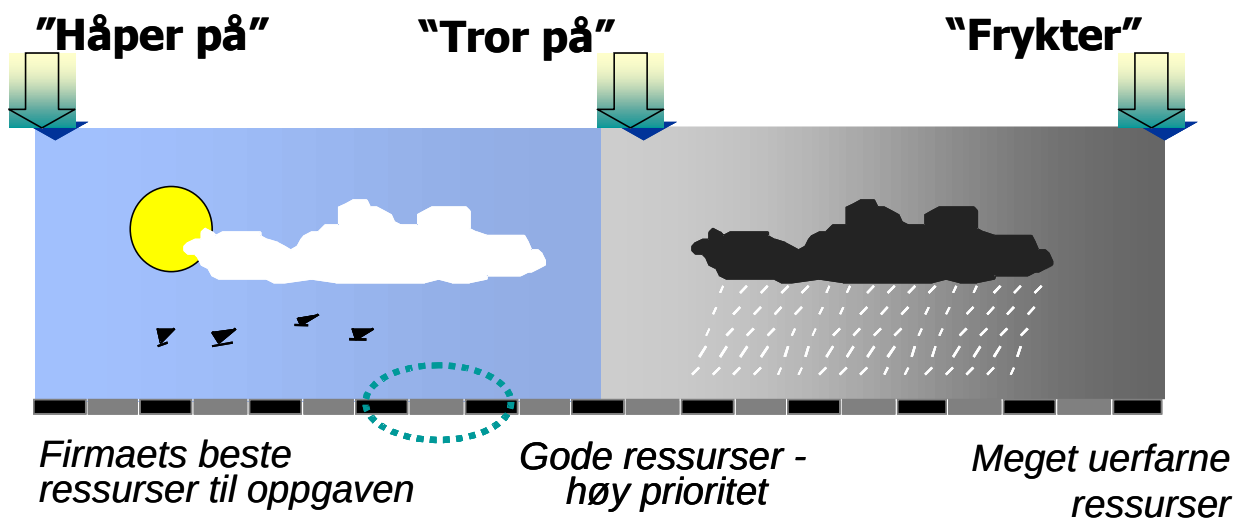
I olje- og gassprosjektene i Nordsjøen er eksempelvis den viktigste faktoren i prosjektet av type [estimatusikkerhet](#), nemlig oljeprisen. [Estimatusikkerhet](#) knyttes til [tidsplaner](#) og kostnadsestimater, og usikkerhet oppstår oftest som følge av mangelfull informasjon (informasjon i ett [prosjekt](#) kan aldri bli ”sikker” før arbeidet er gjort) innenfor følgende: Produktivitet, mengder, volum, arbeidsmetoder, ressurser, markedsinformasjon, priser og rater.

8.2 Gruppering av usikkerhet og scenarioanalyse

Etter en identifiseringsrunde vil det, som nevnt, komme opp et stort antall usikkerheter som skal håndteres videre i [prosessen](#). For å komme ned til et håndterbart antall kan usikkerhetene grupperes i en del (eksempelvis åtte til tolv) overliggende årsaker eller såkalte usikkerhetsdrivere. Usikkerhetsdriverne bør håndteres som estimatusikkerheter, mens de resterende hendelsene som bør håndteres særskilt grupperes kan plasseres i en egen gruppe. De identifiserte usikkerhetsdriverne skal størst mulig grad være uavhengige. Eksempler på slike usikkerhetsdrivere kan være:

- Politiske beslutninger/påvirkning
- Ledelsens beslutninger/påvirkning
- Brukers behov/krav/prioritering
- Prosjektorganisasjonen
- Anskaffelsesstrategi/kontrakter
- Leverandører/konkurransesituasjonen
- Teknologisk utvikling
- Tilrettelegging for drift
- Løsning/sluttproduktet
- Særskilte hendelser
- Øvrige eksterne krav/påvirkning

Hver av disse usikkerhetsdriverne kan nå gjøres gjenstand for en scenarioanalyse, hvor en beskriver tre fremtidige scenarier som skal representere usikkerheten; 1) Optimistisk scenario – hva man håper på, 2) Mest sannsynlig scenario – hva man tror vil skje og 3) Pessimistisk scenario – hva en frykter vil skje (jf. figuren nedenfor).



Figur 8.2 Illustrasjon av scenarioanalyse

Dersom det gjennomføres en kvantitativ analyse kan disse beskrivelsene støtte den numeriske vurderingen av usikkerhetsdriverne (estimatusikkerhetene).

8.3 Intern, ekstern og ekstrem usikkerhet

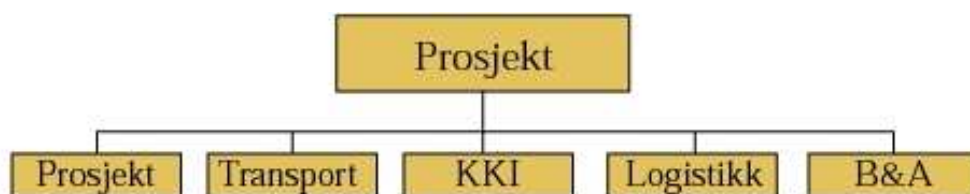
En annen [metode](#) for systematisering er å kategorisere usikkerhetselementene i tre kategorier:

Intern, Ekstern og Ekstrem. Ved en slik inndeling vil de interne forholdene være skapt av prosjektet, og disse kan derfor i stor grad påvirkes av prosjektet gjennom handling. Eksempler på lokale forhold kan være organisasjon, produktivitet, prosjektledelse, arbeidsomfang, kontrakt etc. Ekstern usikkerhet er forhold som kan påvirke prosjektet utenfra, og som prosjektet i liten grad kan påvirke alene. Organisasjonsmessige forhold hos leverandør eller i andre deler av Forsvaret er eksempler på eksterne forhold som prosjektet har mindre mulighet til å påvirke. Politiske føringer, lover og regler, valutasvingninger etc. er eksempler [ekstern usikkerhet](#) som ligger helt utenfor prosjektets kontroll. De ekstreme forholdene er forhold som, dersom de inntreffer, kan slå ut med stor tyngde i prosjektet og sågar stoppe prosjektet. For disse forhold har prosjektet ingen eller minimal påvirkning. Eksempler på slike forhold er streik, uhell, naturkatastrofer, sabotasje el. Da prosjektet ikke kan påvirke sannsynligheten for at de oppstår eller konsekvensene dersom de oppstår, skal lite tid benyttes på disse usikkerhetselementene.

8.4 Gruppering etter ansvar

Prosjekter av noe størrelse vil ofte være delt inn i delprosjekter etter for eksempel systemnedbryting eller funksjonsnedbryting.

I slike tilfeller kan det være hensiktsmessig å strukturere [usikkerhet](#) i forhold til hvilke delprosjekter eller delsystem usikkerhetselementene påvirker. I tilfeller der hvert delprosjekt har en dedikert delprosjektleder, kan det være hensiktsmessig at delprosjektleder har mulighet til å skaffe seg oversikt over «sine» usikkerhetselementer. Usikkerhet som påvirker prosjektet totalt vil typisk være prosjektleders ansvar. Figur 8.3 Eksempel på prosjektnedbryting viser et eksempel på systemnedbryting for et tenkt materiellprosjekt:



Figur 8.3 Eksempel på prosjektnedbryting

Eksempelvis kan identifiserte usikkerhetselementer struktureres i tabeller som vist nedenfor:

Hendelser				Estimatusikkerhet			
	Intern	Ekstern	Ekstrem		Intern	Ekstern	Ekstrem
Totalprosjekt				Totalprosjekt			
DP Våpen				DP Våpen			
DP Transport				DP Transport			
DP KKI				DP KKI			
DP Logistikk				DP Logistikk			
DP B&A				DP B&A			

Figur 8.4 Eksempel på tabeller for identifiserte usikkerhetselementer

Kapittel 9 Teknikker for estimering av usikkerhet

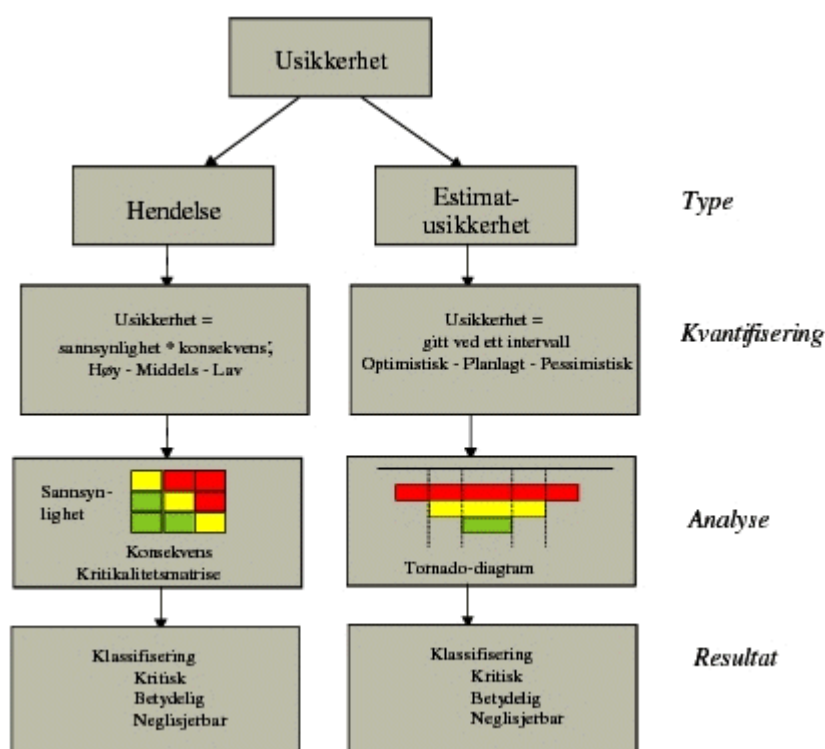
Dette kapittelet beskriver her tre teknikker for estimering av usikkerhet:

- En kvalitativ [hendelsesanalyse](#) for å håndtere diskret usikkerhet.
- En enkel [estimatanalyse](#) for numerisk analyse usikkerheten.
- En mer kompleks [estimatanalyse](#) som også omfatter hendelsesusikkerhet.

Alle teknikkene har sine fordeler og ulemper, og hvilke teknikker som bør benyttes er avhengig av usikkerhetsbildets kompleksitet, detaljeringsgrad og formålet med [usikkerhetsanalysen](#). Først en kommentar knyttet til god praksis ved modellering av prosjektets totale usikkerhet.

9.1 God praksis ved modellering av prosjektets totale usikkerhet

[Hendelsesanalyse](#) og [estimatanalyse](#) benyttes ofte kombinert ettersom de behandler usikkerhet på hver sin måte som følge av usikkerhetselementenes forskjellige natur. Figur 9.1 Hendelsesusikkerhet og estimatusikkerhet illustrerer hovedgangen i de to fremgangsmåtene:



Figur 9.1 Hendelsesusikkerhet og estimatusikkerhet

I en analyse av den "totale usikkerheten" i et prosjektet må både effekten av estimatusikkerhet og hendelsesusikkerheten beregnes. I eksempelvis en kostnadsanalyse kan dette modelleres i henhold til følgende overordnede og prinsippelle sammenheng:

Total kostnadsusikkerhet =

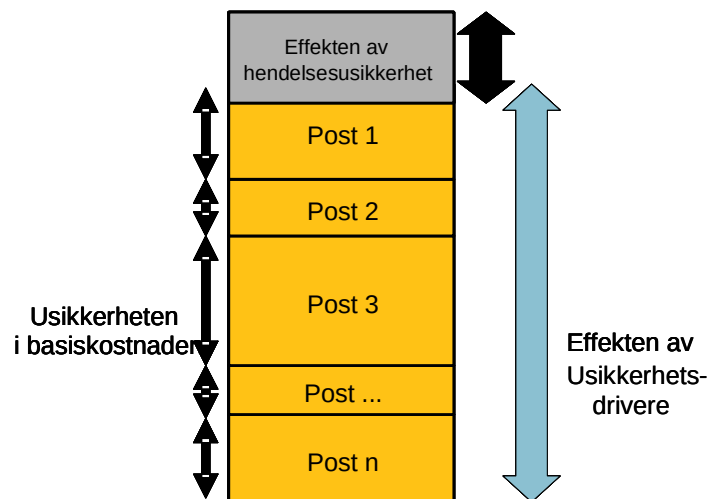
Usikkerhet i basiskostnaden

+ Effekten av usikkerhetsdrivere

+ Effekten av hendelsesusikkerheten

Hvor (jf. Figur 9.2 Oppbygging av kalkyle for total kostnadsusikkerhet i prosjektet):

- **Basiskostnaden** inneholder samtlige kostnadsposter i prosjektets kostnadsestimat. Usikkerheten angir "kvaliteten" på estimatet for enkeltpostene. Dersom det er elementer som påvirker flere kostnadsposter forsøkes disse gruppert som usikkerhetsdrivere.
- **Effekten av usikkerhetsdriverne:** Er her de usikkerhetene som påvirker hele eller større deler av basiskostnaden.
- **Effekten av hendelsesusikkerheten:** Den samlede effekten av hendelsesusikkerheten legges til den øvrige kalkylen.



Figur 9.2 Oppbygging av kalkyle for total kostnadsusikkerhet i prosjektet

I prinsippet kan prosjektet påvirkes av uendelig mange hendelser, og det er bare fantasien som setter begrensningene ved identifikasjon. Hendelsene vil ofte ha en lav sannsynlighet for å inntreffe, men ha en høy konsekvens hvis de inntreffer. Disse anslagene kan vanligvis kun angis meget grovt. Når man så legger sammen et stort antall slike hendelser, vil summen kunne bli tilfeldig.

Generelt sett bør en derfor *søke å håndtere mesteparten av usikkerheten i prosjektet som estimatusikkerheter*, og kun modellere spesielle konkrete hendelser som hendelsesusikkerhet.

Eksempel - Prosjektorganisasjon

En kan tenke seg svært mange ulike hendelser knyttet til usikkerheten *prosjektorganisasjon*; "prosjektleder slutter", "Kari slutter", "ny prosjektleder fungerer ikke", "får ikke merkantil kompetanse i tide" osv. osv.

Det er her modelleringsmessig bedre å angi dette som en estimatusikkerhet i form av et optimistisk, mest sannsynlig og pessimistisk scenario (jf. Figur 9.3 Eksempel på scenariobeskrivelse av estimatusikkerheten "prosjektorganisasjon") og kvantifisere effekten av disse, fremfor å angi alle tenkelige hendelser som kan oppstå knyttet til prosjektorganisasjon.

Optimistisk scenario	Mest sannsynlig scenario	Pessimistisk scenario
Spesielt heldig med bemanningen av prosjektet. Kompetente, motiverte og engasjerte medarbeidere i prosjektet.	Normal prosjektorganisasjon med hensyn til kompetanse, kontinuitet og bemanning. Har mulighet for å leie inn kompetanse ved behov. Klarer å skape god kommunikasjon og samarbeidsevne med intern og ekstern interessenter. God sporbarhet i prosjektets beslutninger.	Prosjektet får ikke bemanningen man ønsker (mengde og kvalitet). Mister nøkkelpersonell på et ugunstig tidspunkt. Får ikke nødvendig merkantil kompetanse.

Figur 9.3 Eksempel på scenariobeskrivelse av estimatusikkerheten "prosjektorganisasjon"

9.2 Kvalitativ hendelsesanalyse

9.2.1 Bruk

Fordelene med denne typen analyse er at resultatene og metodikken er lett å kommunisere, og den krever heller ikke spesiell kompetanse innenfor bruk av verktøy og statistiske metoder. Analysen benyttes når det er behov for å raskt etablere en prioritetsliste som utgangspunkt for identifisering og prioritering av tiltak.

9.2.2 Metode

[Hendelsesanalyse](#) håndterer usikkerhetselementer som diskrete parametere, det vil si at de er [hendelser](#) som enten inntreffer eller ikke. Dersom en hendelse inntreffer vil den ha en [konsekvens](#), og usikkerhetsbidraget vil være gitt ved produktet av hendelsens [sannsynlighet](#) for å inntreffe og konsekvensen av at den inntreffer. Avhengig av om konsekvensene er positive eller negative for henholdsvis økonomi, tid og ytelse vil hendelsen utgjøre en *risiko* eller en *mulighet* for prosjektet. Usikre hendelser rangeres ut i fra graden av [risiko](#) eller mulighet de representerer for prosjektet.

$$Risiko = \text{Sannsynlighet} \cdot \text{Negativ konsekvens}$$

$$Mulighet = \text{Sannsynlighet} \cdot \text{Positiv konsekvens}$$

Forsvaret benytter normalt nivåene *Høy*, *Middels* og *Lav* for å vurdere sannsynligheten for at en [hendelse](#) skal inntreffe. Dette er en intuitiv måte å fastsette subjektive sannsynligheter på. Det fordrer imidlertid en grundig gruppeprosess der prosessleder klargjør hva som menes med de tre sannsynlighetene, slik at alle gruppedeltakere oppfatter dette likt.

Sannsynlighet	Definisjon
H (høy)	Situasjonen inntreffer i 70- 100% av tilfellene
M (middels)	Situasjonen inntreffer i 30- 100% av tilfellene
L (lav)	Situasjonen inntreffer i 0- 30% av tilfellene

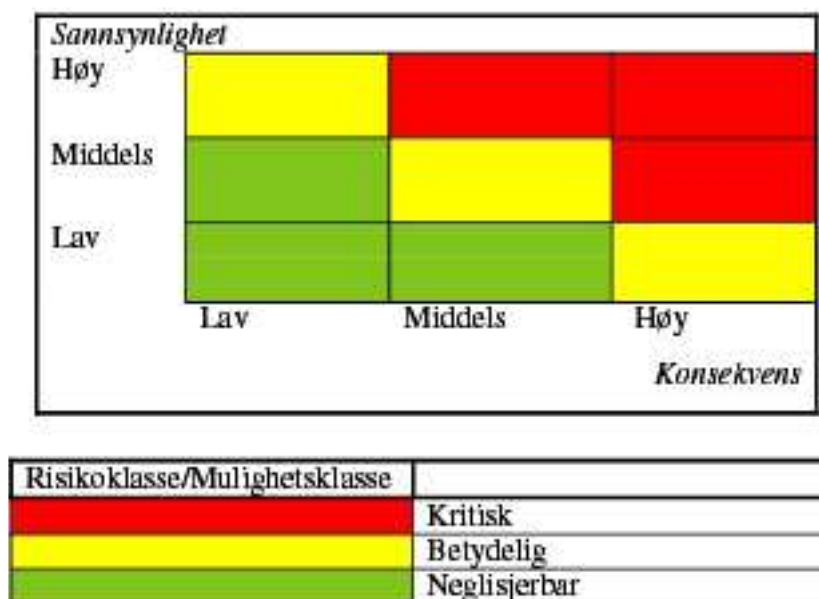
Figur 9.4 Eksempel på definisjon av sannsynlighet

På samme måte beskrives nivåer av [konsekvens](#) i form av *Høy*, *Middels* og *Lav*, og det må også her etableres en felles forståelse for hva som menes med de tre kategoriene for målene *økonomi*, *tid* og *ytelse*. Det er viktig å merke seg at det her er kategorier av konsekvenser for hver enkelt [hendelse](#) som vurderes. Hva som anses å være høy konsekvens for en enkelt hendelse, er ikke nødvendigvis høy konsekvens for prosjektet totalt sett. Den totale konsekvensen på prosjektets mål vil bli summen av konsekvensene for alle hendelser som inntreffer. En av svakhetene ved en forenklet [teknikk](#) som [hendelsesanalyse](#) er at vi kun kan uttale oss om effekten fra hver enkelt hendelse. Vi har ikke mulighet til å si noe om den totale konsekvensen, det vil si den innvirkning summen av de usikre hendelsene har for prosjektets mål. Figur 9.5 Definisjon av konsekvenser viser et eksempel på definisjon av negative konsekvenser. På samme måte må positive konsekvenser defineres for [muligheter](#).

Konsekvens	Mål	Definisjon
(H) Høy	Økonomi	En hendelse medfører alene at prosjektet overskrider budsjett med mer enn 100 000 NOK
	Tid	En hendelse medfører alene at prosjektet blir forsinket med mer enn 8 uker
	Ytelse	Vesentlige ytelses- og operative krav blir ikke tilfredsstillt
(M) Middels	Økonomi	En hendelse medfører alene at budsjettet overskrides med mellom 50 000- 100 000 NOK
	Tid	En hendelse medfører alene at prosjektet blir forsinket med mellom 4 og 8 uker
	Ytelse	Enkelte ytelses- og operative krav blir ikke tilfredsstillt
(L) Lav	Økonomi	En hendelse medfører alene at budsjettet overskrides med mindre enn 50 000 NOK
	Tid	En hendelse medfører alene at prosjektet blir forsinket med mindre enn 4 uker
	Ytelse	Bare ikke vesentlige ytelses- og operative krav blir ikke tilfredsstillt

Figur 9.5 Definisjon av konsekvenser

Hendelsene plottes så i en [kritikalitetsmatrise](#) og klassifiseres ut fra kombinasjoner av [sannsynlighet](#) og [konsekvens](#).



Figur 9.6 Kritikalitetsmatrise

Avhengig av plassering i kritikalitetsmatrisen klassifiseres en [hendelse](#) som *kritisk*, *betydelig* eller *neglisjerbar*. Dette betegnes som hendelsens [kritikalitet](#).

Da en hendelse kan ha ulike [konsekvens](#) for forskjellige mål, må det settes opp en matrise for hver av de tre målene Økonomi, Tid og Ytelse. I [hendelsesanalyse](#) er ikke de forskjellige målene direkte sammenlignbare størrelser, og en hendelse kan ha forskjellig kritikalitet for forskjellige mål. Hendelser med positive konsekvenser må plottes i egne matriser, og gis kritikalitet på samme måte som hendelser med negative konsekvenser.

Vi ønsker å rangere de usikre hendelsene i forhold til hverandre for å kunne prioritere hvor vi skal identifisere tiltak. Etter som en hendelse kan ha ulike kritikalitet for ulike mål, gis hver hendelse den mest alvorlige kritikalitet den har for målene den påvirker. De *kritiske* (K) må man iverksette tiltak for å håndtere, de *betydelige* (B) må overvåkes for å kontrollere om det skjer endringer i sannsynlighet eller [konsekvens](#) ettersom prosjektet utvikles, og de *neglisjerbare* (N) skal beskrives og dokumenteres for mulig senere omprioritering.

Resultatet fra [hendelsesanalyse](#) vil være en liste over usikkerhetselementer, risiko og muligheter, rangert etter *kritikalitet*. På bakgrunn av dette kan vi etablere en tiltaksanalyse.

9.2.3 Eksempel – Prosjekt “Utvikling”

For å illustrere [hendelsesanalyse](#) benyttes et forenklet eksempel. Prosjektet «Utvikling» skal fremskaffe en prototyp for et nytt våpensystem. Systemet består av noen hyllevarekomponenter, mens hovedkomponenten skal fremskaffes ved nyutvikling. Prosjektet har følgende prosjektstruktur:



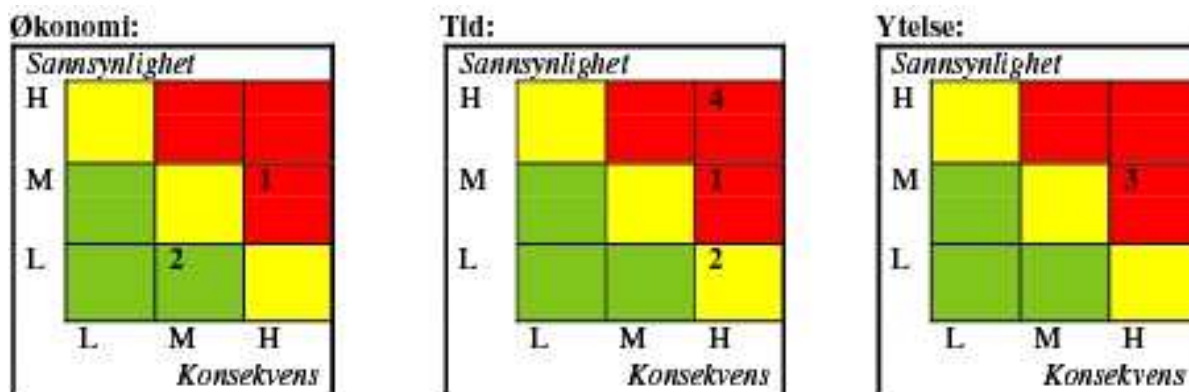
Figur 9.7 Prosjektstruktur for prosjekt "Utvikling"

Etter en gjennomgang av prosjektets usikkerheter, ble følgende klassifisert som interne hendelser, og kvantifisert med tilhørende [sannsynlighet](#) (S) og [konsekvens](#) for målene økonomi (Ø), tid (T) og ytelse (Y). I dette eksempelet ser vi kun på [hendelser](#) med negativ konsekvens.

Nr	Hendelse	S	-	T	Y
1	Ønske om endringer i funksjonelle krav underveis	M	H	H	
2	Endring i politisk prioritet kan medføre midlertidig stans av prosjektet	L	M	H	
3	Systemene tilfredsstiller ikke krav til ytelse i testfasen	M			H
4	Sentrale beslutninger tas ikke i tide	H		H	

Figur 9.8 Identifiserte hendelser for prosjekt "Utvikling"

Hendelsene plottes i [kritikalitetsmatriser](#) for hvert mål, og tilordnes derved en gitt [kritikalitet](#).



Figur 9.9 Kritikalitetsmatriser for prosjekt "Utvikling"

Dette gir oss følgende prioritetsliste for usikre hendelser:

Nr	Hendelse	Kritikalitet
4	Sentrale beslutninger tas ikke i tide	Kritisk
1	Ønske om endringer i funksjonelle krav underveis	Kritisk
3	Systemene tilfredsstiller ikke krav til ytelse i testfasen	Kritisk
2	Endring i politisk prioritet kan medføre midlertidig stans av prosjektet	Betydelig

Figur 9.10 Hendelser sortert etter kritikalitet

I neste omgang må vi finne tiltak for de kritiske hendelse i prosjektet.

9.3 Enkel estimatanalyse – beregninger ved analytiske metoder

9.3.1 Bruk

En estimatanalyse er – som navnet tilsier – en usikkerhetsanalyse av et estimat, for eksempel kostnadsestimater eller tidsestimater. Estimatanalysen gir informasjon om usikkerheten i estimatet i form av utfallsrommet (spennet) og om hvilke usikkerheter som bidrar mest til den totale usikkerheten. Denne informasjonen kan videre benyttes som underlag for fastsettelse av styringsmål, kostnadsrammer og prosjektereserver, samt være underlag for prioritering av tiltak

En estimatanalyse kan gjennomføres ved alt fra bruk av enkle regneark med analytiske tilnærmingsformler til avanserte simuleringsmodeller. I dette avsnittet viser vi et eksempel estimatanalyse ved bruk av tilnærmingsformler og regneark. I neste avsnitt (avsnitt 9.4) illustreres en mer avansert estimatanalyse utført med simuleringsverktøy.

9.3.2 Metode

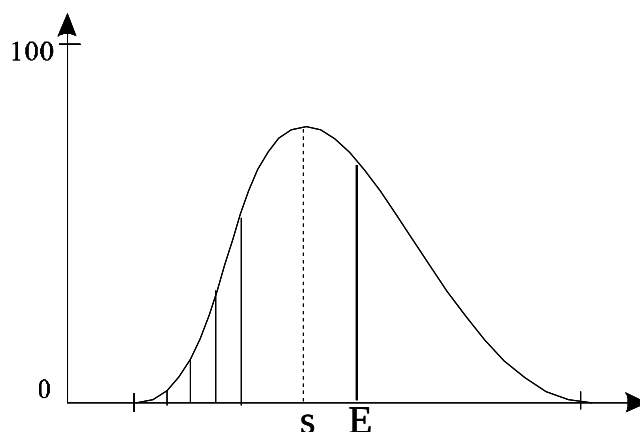
Noen sentrale begreper og teori

Dette avsnittet gir en kort og praktisk innføring i en del sentrale begreper og teori, og er ikke ment å være en fullstendig teoretisk redegjørelse av underlaget. Til det vises det til fagbøker i statistikk og usikkerhetsanalyse (eksempelvis: Austeng, K., Hugsted, R, 1995, *Trinnvis kalkulasjon*, Institutt for bygg- og anleggingsteknikk, NTNU).

I estimatanalyser angis normalt numeriske verdier i form av trepunktsestimater. I et deterministisk estimat er posten "Innkjøp" lik 150 000 kroner, mens en i estimatanalyse sier man at i beste fall blir "Innkjøp" lik 115 000 kroner og i verste fall 175 000 kroner, men vi tror at den blir 150 000 kroner (mest sannsynlig verdi).

Mest sannsynlige verdi (s) er det høyeste punkt på kurven, mens *forventningsverdien* (E)¹ – også kalt *middelverdien* – er x-koordinaten til tyngdepunktet i kurven, det vil si en gjennomsnittsverdi for den målte parameteren. Figuren nedenfor viser en tenkt sannsynlighetsfordeling som illustrerer disse begrepene.

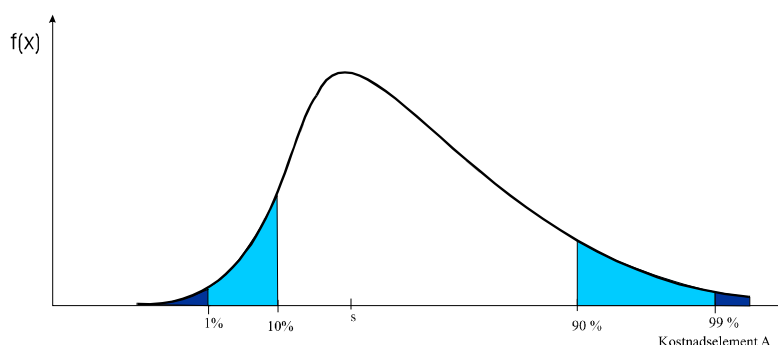
¹ E står for Expected value.



Figur 9.11 Sannsynlighetsfordeling med mest sannsynlig verdi (s) og forventningsverdi (E). Y-aksen er sannsynlighet, mens x-aksen er målt verdi (for eksempel kostnader)

Videre er *standardavvik* (σ) og *varians* (σ^2) uttrykk for spredningen i fordelingen, det vil si hvor usikre er vi på estimatet.

For å kunne enkelt beregne forventningsverdi og standardverdi *for enkeltposter og usikkerheter* i en beregningsmodell benyttes analytiske tilnærmingsformler. Disse vil variere avhengig av hvilke type statiske fordelinger (Erlang, Beta, Trekant osv.) som benyttes og hvilke ytterpunktsverdier som angis (P^2 1/99 – ett av hundre tilfellet eller P 10/90 ett av ti tilfellet). Figuren nedenfor illustrer en tenkt sannsynlighetsfordeling med angivelse av P1/99 og P10/90):



Figur 9.12 Tenkt sannsynlighetsfordeling

Hvis en antar at postene er Erlang-fordelt og at ytterpunktene angis som ett av hundre tilfellet kan følgende tilnærmingsformler benyttes:

$$E = \frac{\text{optimistisk verdi} + 3 \cdot \text{mest sannsynlig verdi} + \text{pessimistisk verdi}}{5}$$

$$\sigma = \frac{\text{pessimistisk verdi} - \text{optimistisk verdi}}{5}$$

² P står for probability.

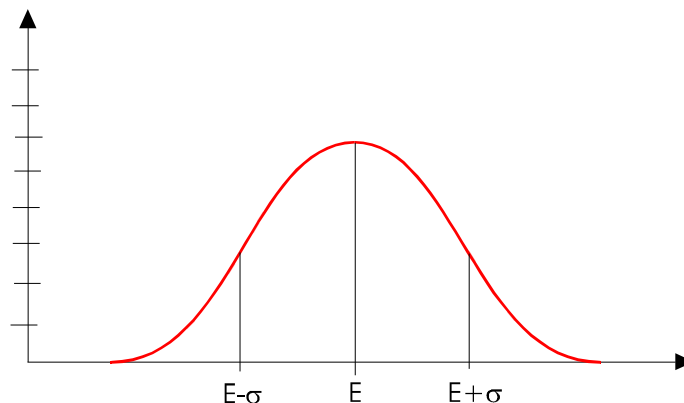
De enkelte postene og usikkerhetene kan deretter summeres ved følgende formel:

$$E_{total} = E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

$$VAR_{total} = VAR_1 + VAR_2 + \dots + VAR_n$$

$$VAR_x = \sigma^2$$

Hvis modellen består av et tilstrekkelig antall poster og ingen av de er dominerende, sier statistisk teori (Sentalgrenseteoremet) at E_{total} går mot *normalfordeling*, det vil blant annet si at den er symmetrisk om forventningsverdien. Tommelfingerregelen – som gir et nøyaktig nok resultat for de fleste formål – er at det bør være minimum 8-10 poster og at ingen av postene/usikkerhetene alene utgjør mer enn 20-25 % av den totale usikkerheten.



Figur 9.13 Illustrasjon av normalfordelingen med angivelse av punktene for E, E-σ og E+σ

I denne metoden forutsettes det at postene i estimatet gjøres *uavhengige* av hverandre ved at forhold som bidrar til avhengighet trekkes ut som egne poster - usikkerhetsdrivere. Disse usikkerhetsdriverne relateres til postene i estimatet ved pluss/minus-angivelser.

Eksempel – prosjekt ”Utvikling”

For å illustrere [estimatanalyse](#) fortsetter vi med eksemplet fra forrige kapittel. For vårt eksempel prosjekt «Utvikling» er følgende usikkerhetsdrivere identifisert:

- Arbeidsomfang
- Prisusikkerhet
- Tidsusikkerhet
- Valtausikkerhet
- Prosjektorganisasjonen
- Samlet effekt av hendelser

Identifiserte hendelser som ikke omfattes av de øvrige usikkerhetsdriverne er her samlet i en sekkepost ”Samlet effekt av hendelser”.

Vi ønsker å se hvilken effekt disse usikkerheten har på vårt kostnadsestimat som i utgangspunktet har følgende nedbryting:

Basiskostnad (poster)		Estimat (1000 NOK)
1	Nyutvikling	50
2	Tegningsproduksjon	30
3	Innkjøp	150
4	Sammenstilling	500
5	Test (og omarbeid)	50
Totalestimat:		780

Figur 9.14 Budsjettpostene - kostnadsestimat - for prosjekt "Utvikling"

Figur 9.15 Inndata, delresultater og totalresultater i en estimatanalyse av kostnadene i prosjekt "Utvikling". Tall i tusen kroner viser inndata, delresultater og totalresultater fra en tenkt analyse av prosjekt "Utvikling". Bakgrunnen for inndataene - angitt med blå farge – må i en reell analyse dokumenteres i form av entydige og sporbare kostnadsestimater med forutsetninger og scenariebeskrivelser.

Forventningsverdi (E) og standardavvik (σ) er beregnet for hver av postene i basiskostnaden og for usikkerhetsdriverne ved bruk av regneark og med formlene fra avsnittet ovenfor. Forventningsverdien for totalestimatet er beregnet ved ren summering, mens standardavviket er beregnet ved å gå via *variansen*.

Poster/usikkerhetsdrivere		Inndata			Delresultater			
		Opt.	Mest Sanns.	Pes.	E	σ		Var ($=\sigma \cdot \sigma$)
Basiskostnad								
1	Nyutvikling	32	50	85	53	11	→	112
2	Tegningsproduksjon	20	30	44	31	5	→	23
3	Innkjøp	115	150	175	148	12	→	144
4	Sammenstilling	450	500	600	510	30	→	900
5	Test (og omarbeid)	40	50	150	68	22	→	484
6								
7								
8								
9								
10								
Delsum/resultat			780		810	41	←	1 663
Usikkerhetsdrivere (estimatusikkerheter)								
1	Arbeidsomfang	-50	0	100	10	30	→	900
2	Prisusikkerhet	-60	0	60	0	24	→	576
3	Tidsusikkerhet	-70	0	80	2	30	→	900
4	Valtausikkerhet	-50	0	30	-4	16	→	256
5	Prosjektorganisasjonen	-80	0	100	4	36	→	1 296
6	Samlett effekt av hendelser	-10	0	30	4	8	→	64
7								
8								
9								
10								
Delsum/resultat					16	63	←	3 992
Total					826	75	←	5 655

Figur 9.15 Inndata, delresultater og totalresultater i en estimatanalyse av kostnadene i prosjekt "Utvikling".

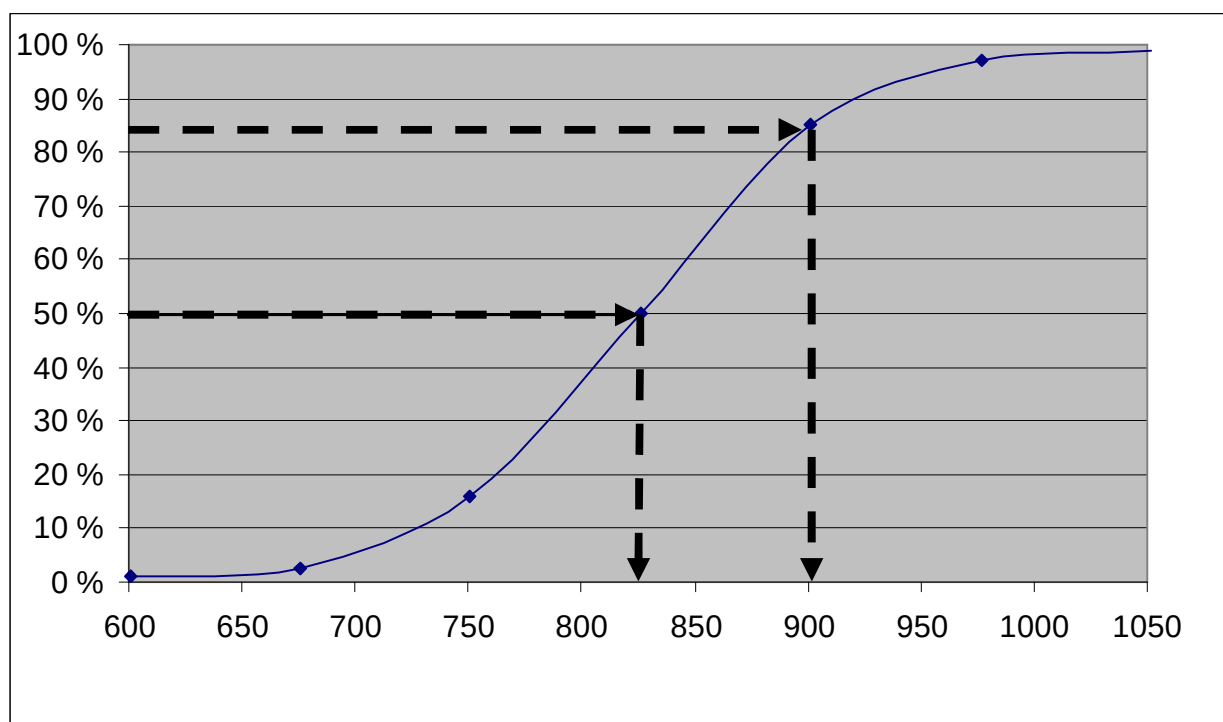
Tall i tusen kroner

En oppsummering av resultatene med budsjett (mest sannsynlig verdi), bakgrunn for forventede tillegg, forventningsverdi og standardavvik er vist i figuren nedenfor.

Sum mest sannsynlig verdi (S):	780,0	(1000 NOK)
+ Forventede tillegg pga usikkerhet i basiskostnaden:	30,2	(1000 NOK)
+ Forventede tillegg pga usikkerhetsdriverne:	16,0	(1000 NOK)
Forventningsverdi (E, 50/50):	826,2	(1000 NOK)
Standardavvik (σ):	75,2	(1000 NOK) eller 9,1 % av forventningsverdi

Figur 9.16 Oppsummering av resultatene. Tall i tusen kroner

Kumulativ sannsynlighetsfordeling for kostnadene (S-kurve) – eller utfallsrommet for kostnadene er vist i figuren nedenfor. I denne figuren kan en lese ut hvor mye som må settes av for å ha en bestemt sikkerhet mot overskridelse. Verdiene 50 % (E) og 84 % ($E + \sigma$) sikkerhet mot overskridelse er vist med pilene. Disse verdiene er på henholdsvis 826 og 901 tusen kroner.



Figur 9.17 Kumulativ sannsynlighetsfordeling for kostnadene (S-kurve). Tall i tusen kroner

Prioritetslisten i figuren nedenfor viser kostnadspostene og usikkerhetene rangert etter bidrag til den totale kostnadsusikkerheten (andel av variansen). Fargekoden angir i hvilken grad usikkerheten er styrbare for prosjektet. Grønn farge betyr "helt styrbare", gul betyr "delvis styrbare", mens rød farge betyr "liten styrbarehet".

Element	Usikkerhet	Prioritet
Prosjektorganisasjonen	23 %	1
Sammenstilling	16 %	2
Arbeidsomfang	16 %	2
Tidsusikkerhet	16 %	2
Prisusikkerhet	10 %	5
Test (og omarbeid)	9 %	6
Valtausikkerhet	5 %	7
Innkjøp	3 %	8
Nyutvikling	2 %	9
Samlett effekt av hendelser	1 %	10
Tegningsproduksjon	0 %	11

Figur 9.18 Prioritetsliste baser på bidraget til den totale usikkerheten i analysen

9.4 Estimatanalyse – beregninger ved simulering

9.4.1 Bruk

I noen tilfeller kan det være behov for mer komplekse modeller som krever bruk av simuleringsmodeller. Dette kan typisk være hvis man gjør analyser av kontantstrøm (eksempelvis nåverdi, LCC-analyser eller samfunnsøkonomisk analyse) eller ønsker å analysere flere prosjektmål i samme modell.

Det presiseres at bruk av avanserte simuleringsmodeller krever spesialkompetanse innen modellering og simulering, og fordrer dermed vanligvis at prosjektet henter denne kompetanse utenfor prosjektet.

Selv om simuleringsresultatene fra en slik modell kan presenteres med flere desimaler i svaret, er ikke nøyaktigheten i svaret bedre enn nøyaktigheten på dataene som legges inn i modellen. Det er derfor ekstremt viktig at man analyserer de resultatene man får ut av en slik modell, og ikke stoler blindt på tallsvarene.

9.4.2 Metode

Prosjektet representeres ved et influensdiagram, der hvert mål, usikkerhet og tiltak representeres med en node. En slik modell for prosjektet kalles ofte for en scenariomodell. Scenariomodellen utgjør en *grafisk* regnemodell, og er derfor å foretrekke framfor andre regnemodeller (f.eks. regneark) når avhengigheter og påvirkninger skal modelleres.

Gjennomføring av denne analysen er gjort med bruk av dataverktøyet Definitive Scenario. For ytterligere detaljer rundt scenariomodellering henvises det til brukermanualen for dette verktøyet.

Scenario modellering

Scenario modellen lages med utgangspunkt i grunnlagsdokumentasjonen for prosjektet, med fokus på prosjektets budsjett og [tidsplan](#). Hvert element i budsjettet og planen gjenfinnes i scenariomodellen:

- Modellen bygges først opp med de *planlagte* verdiene for kost og tid. Når man simulerer denne modellen får man da ut de planlagte verdiene for kost og tid, uten noen [usikkerhet](#) (spredning). Dette er en fin sjekk på at modellen er korrekt.
- Usikkerhetene inkluderes så i modellen, enten som egne [hendelser](#) (hendelsesusikkerheter) eller som spredning rundt planlagte budsjett eller planelementer ([estimatusikkerheter](#)).
- Scenariomodellen kan nå simuleres og resultater presenteres.
- Resultat presenteres som S-kurver og statistiske data

Man bør alltid starte enkelt med noen få usikkerheter for å studere deres effekt. Så utvides modellen gradvis til man har nådd et passende detaljeringsnivå.

Nodekonvensjon

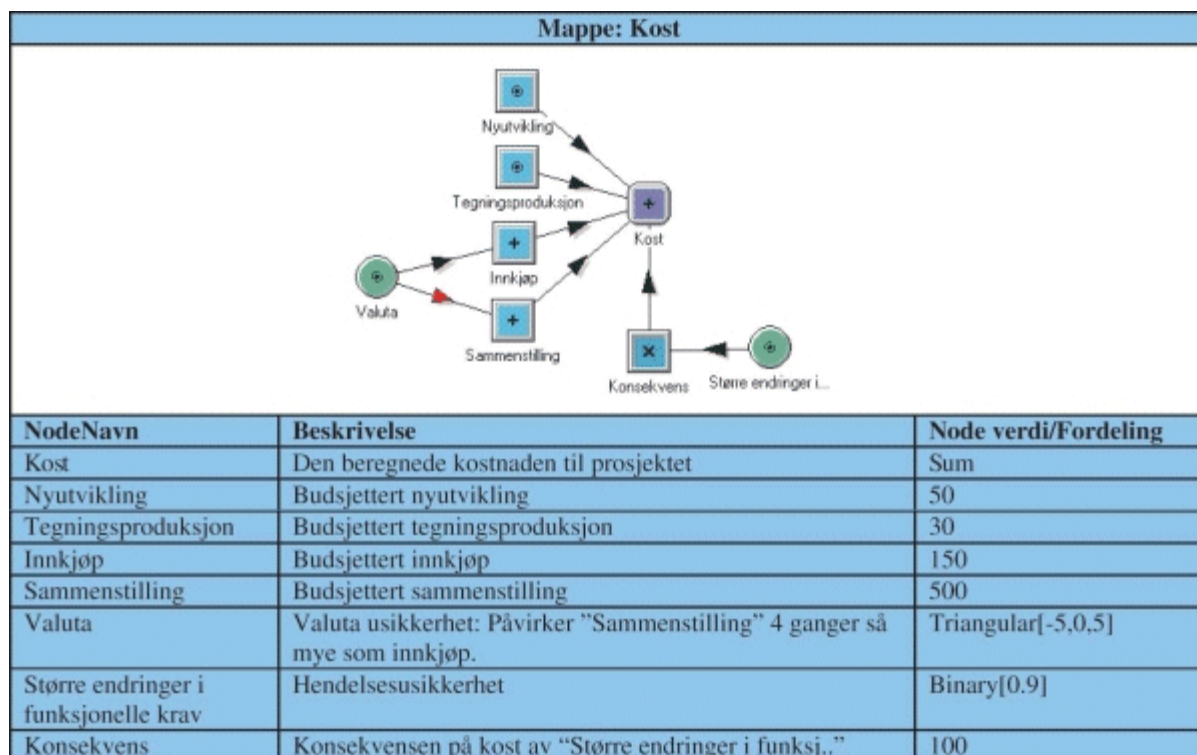
For at scenariomodellene skal bli mer kommuniserbar og lett å forstå, bør man benytte en fast konvensjon når man lager en slik modell. Følgende konvensjon kan benyttes:

Nodesymbol	Nodetype	Node farge
 Usikkerhet	Usikkerhet: Usikker node verdi	Grønn
 Mål	Mål	Mørkeblå
 Tiltak	Tiltak	Gul
 Sikker verdi	Deterministisknode: Sikker node verd	Lyseblå
 Hjelpenode	Matematisk hjelpenode	Hvit

Figur 9.19 Nodekonvensjon i Definitive Scenario

Scenariomodell - eksempel

Som et eksempel på en scenariomodell ser vi på en enkel kostnadsmodell.



Figur 9.20 Noder i kostnadsmodellen

Kostnaden er summen av de fire elementene i nedbrytningsstrukturen. Videre er det i modellen inkludert en [estimatusikkerhet](#) ("Valuta") og en hendelsesusikkerhet ("Større endringer i funksjonelle ytelser"). For hendelsesusikkerheten er konsekvensen inkludert som en egen node ("[Konsekvens](#)").

Det må understrekes at man må anvende personer som har meget god kompetanse knyttet til prosjektledelse, usikkerhetsstyring og modellering/simulering for å oppnå gode resultater. Ved feil oppbygging av modellene er resultatene verdiløse. Det anbefales å bruke så enkle tilnærminger til kvantifisering som mulig. Det er kvaliteten på prosessen; ikke minst identifikasjon og tiltak som er de viktigste!

Kapittel 10 Fastsetting av kostnadsramme for prosjekt

I "PRINSIX-dokumentene" er økonomi et gjennomgående tema. Det er gjennom de ulike normene for beslutningsdokumentene, beskrevet en implisitt estimeringsprosess. Sentralt i denne er:

- I innspillet til materiellplanen prosessen (perspektivplanmateriell PPM); skal det angis økonomiske målsetninger for det systemet som foreslås anskaffet
- Når Fremskaffelsesløsningen utarbeides skal KD også utvikles. Det er i stor kravene til produktet som vil drive prosjektets kostnader selv om måten man gjennomfører prosjektet på også er en viktig faktor å vurdere for ulike gjennomføringsalternativ. FL skal beskrive hvor mye penger som hvert av alternativene totalt sett sannsynligvis vil koste. Det er derfor viktig at KD beskriver koblingen mellom ønsket effekt og antatte kostnader med hensyn til anskaffelse, drift og avhending av det totale system (dvs sette "prislapp" på de ulike funksjonskravene i et LCC perspektiv). I alle KD prosesser skal det gjennomføres en Gjennomførbarhetsstudie (GFS). Denne skal etterprøve/verifisere om de satte funksjonskrav er teknisk og økonomisk realiserbare innenfor de rammene som kan antas å bli tildelt til angjeldende formål/system. Teknisk Økonomisk Mulighetsanalyse (TØM) er i denne forbindelse en sentral deloppgave. Resultatet av GFS og prosessen for å kostnadsfastsette usikkerhet leses i hvor stor usikkerhetsavsetningen anbefales for de ulike alternativer FL beskriver.
- Gjennomføringsoppdraget (GO); tildeler oppdrag og ressurser (inkl budsjett) til de involverte instanser i Forsvarets organisasjon som skal bidra til å realisere totalprosjektet.

Forsvarets faseinndeling skal i utgangspunktet bidra til mindre [usikkerhet](#) gjennom en sporbar [prosess](#) med mulighet for mange avklarende studier/analyser underveis. Problemet er ofte at kostnadsanslag gjort i denne meget tidlige fasen overhode ikke holder når kostnadsrammen skal fastsettes. Det kan fort vise seg at det blir 1,5 -3 ganger så dyrt som forventet. Kan estimat- og [hendelsesanalyse](#) løse dette? For å gi svar må årsakene til eskaleringsproblemet gjennomgås. Denne problemstillingen blir drøftet senere.

Dette kapitlet beskriver kort teori og [teknikk](#) for å kostnadsfastsette den økonomiske rammen for prosjekter. I en slik kostnadsramme inngår også kostnadsfastsetting av usikkerhet. Kapitlet er inndelt i ni deler:

1. Innledning
2. Overordnet kostnadsnedbrytningsstruktur
3. Teoretisk grunnlag
4. Teknikk
5. Konseptfasen

6. Definisjonsfasen (& utvikling)
7. Usikkerhet som ligger på porteføljenivå
8. Disponering av avsetning og oppfølging (dvs. under gjennomføring/anskaffelse)
9. Oppsummering

Del 2 viser kort til eksisterende kostnadsnedbrytningsstruktur slik denne framkommer i prosjekthåndboka. Hvordan vi kommer fram til deterministiske anslag er også omtalt i prosjekthåndboka. I dette kapitlet skal vi fokusere på kostnadsfastsetting under usikkerhet. Del 3 gir det teoretiske grunnlaget ved å gi overordnet innføring i de sannsynlighets- teoretiske prinsippene. I del 4 anvender vi disse konkret for å komme fram til kostnadsrammen. (merk! Alt det som tidligere er gjennomgått vedrørende [metode](#) har gyldighet - kun teknikken er endret) Videre gjennomgås forhold knyttet til de forskjellige fasene. Hensikten å gi veiledning i hva som bør fokuseres med tanke på usikkerhet. Del 8 gir momenter med hensyn på oppfølging av usikkerhetskostnader i gjennomføring/anskaffelsesfasen. Her forutsetter vi proaktiv usikkerhetshåndtering.

Et [prosjekt](#) må ha riktig kostnadsramme for å være realiserbart. I kostnadsrammen må det inngå tilstrekkelig avsetning for usikkerhet, samt at disponering av avsetning må være godt planlagt med tanke på økonomisk styring. Dette innebærer at prosjektet har en målkostnad som ligger under den gitte kostnadsrammen. Målkostnaden vil være det budsjett som vi beregner som summen av de planlagte kostnader (mest sannsynlige estimat) for budsjettpostene, når vi ikke synliggjør usikkerheter(deterministisk estimat). Avsetning til usikkerhet bestemmes ved å sette krav til sannsynligheten for at kostnadsrammen holder.

For prosjekter over 500 MNOK er det et krav om ekstern kvalitetssikring. Dette er en rasjonell bruk av 80/20 prinsippet fordi disse prosjektene omsetter 70-80% og utgjør ca 10-15% av prosjektene. Finansdepartementet har satt 85 % [sannsynlighet](#) som norm for at kostnadsrammen holder. I tillegg er det krav om å synliggjøre mulige kostnadsreduksjoner som iverksettes hvis faren for overskridelse er overhengende (Sistnevnte er vanskelig uten bruk av opsjoner). Den eksterne kvalitetssikringen tar utgangspunkt i eksisterende prosjektdokumenter og gjennomgang med prosjektpersonellet for å vurdere om måleparameteren ytelse, tid og økonomi er tilfredsstillende avstemt.

Selv om dette kapitlet har fokus på teori og [teknikk](#) for å komme fram til en rimelig sikker kostnadsramme, bør vi ha klar for oss at kostnadene ikke gir forsvarseffekt. Det er prosjektets leveranser (god "timing" og ytelse) som er effekt skapende. Kostnader er likevel et særdeles viktig [resultatmål](#) fordi prosjekter som bruker mer enn forutsatt vil bruke penger tiltenkt annen kapasitet. Dette gir ubalanse i strukturen og tap av effekt. Samme virkning oppstår når levetidskostnadene undervurderes (ca 25 % av budsjett brukes til investeringer, men disse har stor innvirkning på hvordan effekten av resterende 75% blir).

For å harmonisere Forsvarets begrepsapparat med det som Finansdepartementet har utarbeidet for Staten, legges følgende til grunn som prosjektenes økonomiske rammebetingelser på kapittel 1760 post 45.

I planlegging av et prosjekt utarbeides det en grunnkalkyle. Grunnkalkylen er den deterministiske summen av sannsynlig kostnad for alle spesifiserte, konkrete kalkyleelementer (kostnadsposter) på analysetidspunktet. I tillegg til grunnkalkylen legges det på en uspesifisert usikkerhet før styringsmål for prosjektleder etableres. Denne uspesifiserte usikkerheten består av kostnader som man av erfaring vet vil komme, men som ikke er kartlagt på grunn av manglende

detaljeringsgrad. Før styringsmål for utførende etat fastsettes legges det til et forventet tillegg. Dette tillegget inneholder det forventede kostnadsbidraget fra estimatusikkerhet og hendelsesusikkerhet. Potensialet for forventet tillegg er normalt størst i tidlig fase av prosjektet, og minker etter hvert som prosjektet utvikles. Før vedtatt kostnadsramme fastsettes legges det til en usikkerhetsavsetning. Dette er en avsetning som etableres for å oppnå ønsket sikkerhet mot overskridelse av kostnadsrammen. Det forventes ikke at denne posten brukes i prosjektet. Avsetningen styres på et høyere organisatorisk nivå enn prosjektleder. Midler utløses etter behov i samsvar med forhåndsdefinerte kriterier/retningslinjer. Hvis kriteriene for utløsning ikke inntreffer, skal denne posten være intakt etter prosjektavslutning. Til slutt eksisterer det en restusikkerhet, dette er en kostnad som usikkerheten potensielt kan medføre ut over kostnadsrammen. Det er ikke mulig å nå 100 % sikkerhet mot overskridelse.

Figur 10.1 Prosjektøkonomiske rammebetingelser

Følgende begreper gjelder:

Grunnkalkyle (GK_{45})

Uspesifisert usikkerhet (UU_{45}) – Disponeres av prosjektleder

Styringsmål for prosjektleder (MK_{45}) = (GK_{45}) + (UU_{45})

Forventet tillegg (FT_{45}) – Disponeres av FMO

Styringsmål for utførende etat (FMO_{45}) = (MK_{45}) + (FT_{45}). Dette er 50/50 estimatet som legges til grunn i porteføljeplanlegging. Dette styringsmålet tilsvarer forventet kostnad og er et uttrykk for hvor mye det er ventet at prosjektet skal kosta når det er fullført. Forventet kostnad kan like gjerne underskrides som overskrides.

Usikkerhetsavsetning (UA_{45}) – Disponeres av FD

Kostnadsramme (K_{45}) = (FMO_{45}) + (UA_{45}). Dette er 85/15 estimatet som legges til grunn for fastsettelse av prosjektets kostnadsramme.

Gjennomføringskostnader kapittel 1760 post 01 (G_{1760})

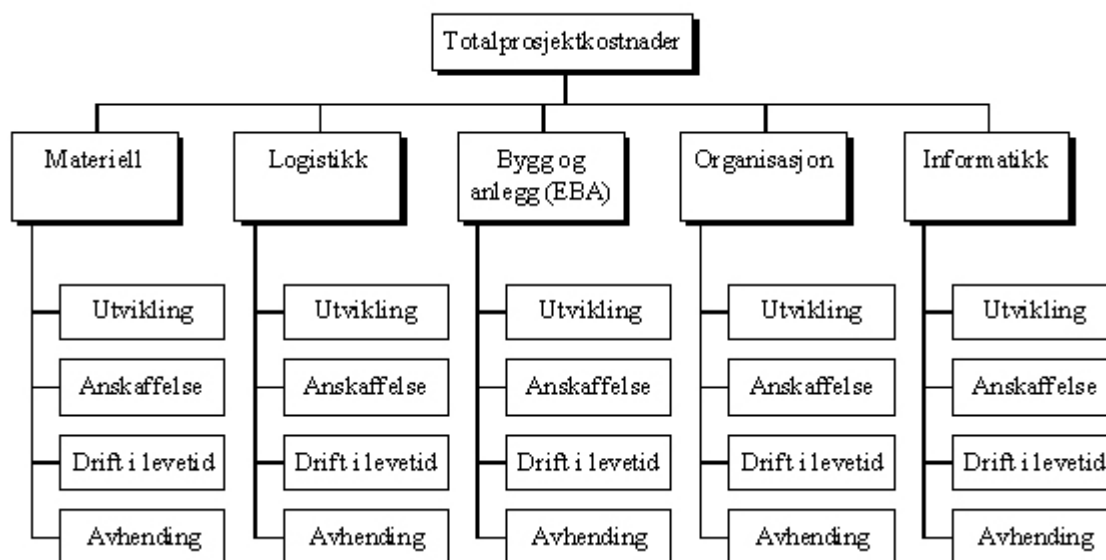
Kostnadsramme EBA-investeringer post 44, 47 og 48 ($K_{44,47,48}$)

Totalt Planbeløp (TP)

$TP = K_{45} + (G_{1760}) + (K_{44,47,48})$

10.1 Overordnet kostnadsnedbrytningsstruktur

Kostnadsnedbrytningsstrukturen (Cost Breakdown Structure – CBS) er viktig for å ha en total oversikt over prosjektets antatte kostnader i levetiden. Livssyklus kostnadene er en viktig beslutningsvariable når en skal velge ambisjonsnivå og prosjekt. En slik struktur kan illustreres på denne måten:



Figur 10.2 Kostnadsnedbrytningsstruktur CBS

Figuren viser en generisk kostnadsnedbrytningsstruktur, denne er hentet fra ["Prosjekthåndboken for Forsvaret"](#).

Det skilles normalt mellom to hovedretninger innenfor estimeringsteknikker; grov-estimering og detaljestimering. I deler av faglitteraturen er dette også omtalt som henholdsvis syntetiske og analytiske estimeringsmetoder. Dette blir mer omtalt i "Prosjekthåndbok for Forsvaret" mens dette kapittelet vil fokusere på teknikker ved estimering basert på [usikkerhet](#) eller "stokastisk usikkerhet". Dette kan således sees som grunnlaget for de andre estimeringsteknikkene da usikkerhets betraktninger også må "adresseres" i disse.

10.2 Teoretisk grunnlag

Detaljer og beviser for teorien finnes i lærebøker innen matematisk teori for sannsynlighet, men disse krever matematikk kunnskaper på minimum ingeniørnivå.

Vi må være kjent med enkelte sannsynlighets - teoretiske begreper for å forstå framgangsmåten. Et av disse er stokastisk variabel. Utfallet av et usikkerhetselement av hendelsesnatur (slik disse er definert i denne boken) er en stokastisk variabel hvor utfallet er skjer/skjer ikke (diskret [utfallsrom](#)). Sannsynligheten for at ett av utfallene inntreffer er 100 % (matematisk framstilt: sannsynlighet (skjer eller skjer ikke) = 1). Hvis sannsynligheten for at [hendelsen](#) inntreffer er 30 % så er det 70 % for at den ikke inntreffer.

Vi har tidligere analysert hendelser ved å anslå [sannsynlighet](#) for at de inntreffer og hva som blir forventet [konsekvens](#). Prioritering med tanke på håndtering ble gjort i [kritikalitetsmatriser](#).

Forventet effekt (risiko) av hendelsen kan beregnes som produktet av sannsynlighet og anslått [konsekvens](#) (deterministisk dvs sikker verdi):

Forventet effekt = sannsynlighet x [konsekvens](#) (risiko/mulighet)

eks:

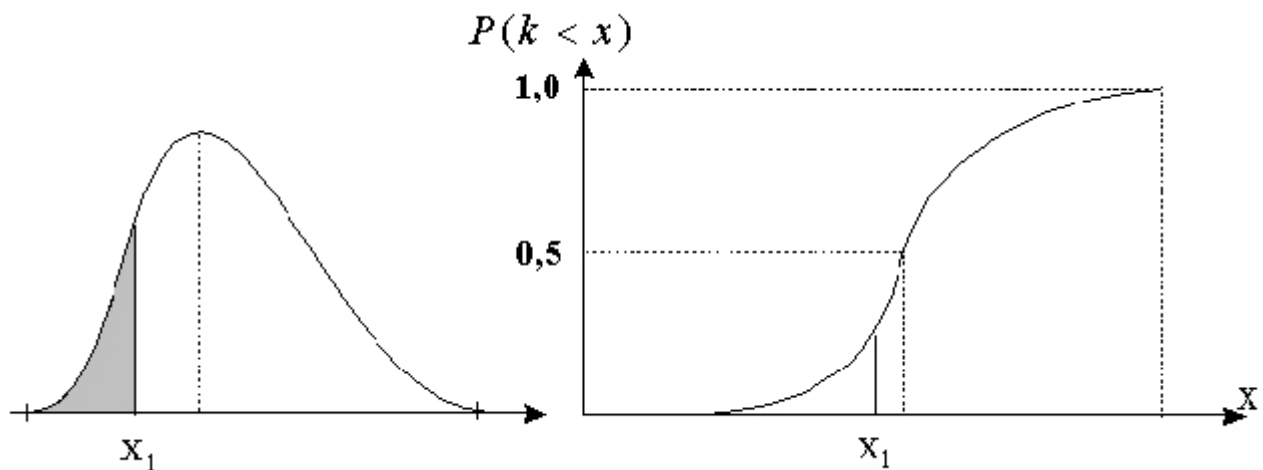
$P(\text{hendelsen inntreffer}) = 0.4$ (P for Probability)

Konsekvensen = 3 MNOK

Forventet effekt = $0.4 \times 3 \text{ MNOK} = 1,2 \text{ MNOK}$

Det vil ofte være slik at konsekvensen av en [hendelse](#) også er en stokastisk variabel med et kontinuerlig [utfallsrom](#) (en [estimatusikkerhet](#)), og derfor kan angis med trepunktsestimat. Dette bør gjøres hvis forventet [konsekvens](#) er kritisk eller betydelig og usikkerhetseksposeringen (pess - opt) er betydelig i den totale sammenheng.

For [estimatusikkerhet](#) har vi ikke funnet det mulig eller hensiktsmessig å henvføre en konkret definert [hendelse](#) som årsak til [usikkerhetseksposering](#) , men vi tenker oss at det med sikkerhet inntreffer en rekke hendelser som resulterer i at denne usikkerhet får en verdi i utfallsrommet. Den verdien [estimatusikkerhet](#) en får kaller vi stokastisk variabel. Utfallsrommet beskrives med en sannsynlighetsfordeling som kan ha en utforming som i Figur 10.3 Fordelingsfunksjonen for stokastisk variabel X i et gitt utfallsrom og S-kurven.



Figur 10.3 Fordelingsfunksjonen for stokastisk variabel X i et gitt utfallsrom og S-kurven

P-verdien for sumkurven i x_1 er arealet mellom aksene og kurven fram til x_1 i fordelingsfunksjonen. Dette kalles sannsynlighetsmassen fram til x_1 . Hele sannsynlighetsmassen har størrelsen 1.0 eller 100 % (dvs. dekker hele utfallsrommet)

Følgende sentrale begreper brukes i forbindelse med sannsynlighets-teoretisk kostnadsestimering.

S:	mest sannsynlige verdi ved deterministisk estimering(planlagt verdi) (kalles mode for en sannsynlighetsfordeling)
E(X):	forventningsverdi (ofte kalt middelvei-tilsvarer tyngdepunkt i mekanikken), Forventningsverdien beregnes ut fra sannsynlighetsfordelingen.

Varians og standardavvik er uttrykk for spredning i fordelingen(matematiske funksjoner). Når måleenheten for stokastisk variabel er [kr] vil variansen ha måleenhet [kr^2], som ikke er sammenlignbare. Derfor har man også definert en funksjon som kalles standardavvik. Denne har en til en forhold til variansen, men har ikke de samme matematiske egenskaper. Vi skal senere se at standardavvik er en svært nyttig funksjon. Variansen kan matematisk sammenlignes med det

som kalles treghetsmoment i mekanikken, og er proporsjonal med kvadratet av usikkerhetseksposeringen (eng: Range).

R = øvre verdi - nedre verdi (praktisk: pess - opt)

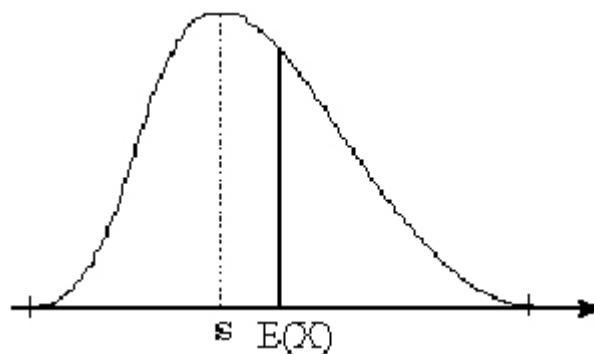
$\text{Var}(X) = \text{konstant} \times R^2$ (Konstanten er praktisk sett ca 1/25 dvs 0,04)

$\text{Var}(X)$: variansen

σ : standardavvik

$$\sigma = \sqrt{\text{Var}(X)}$$

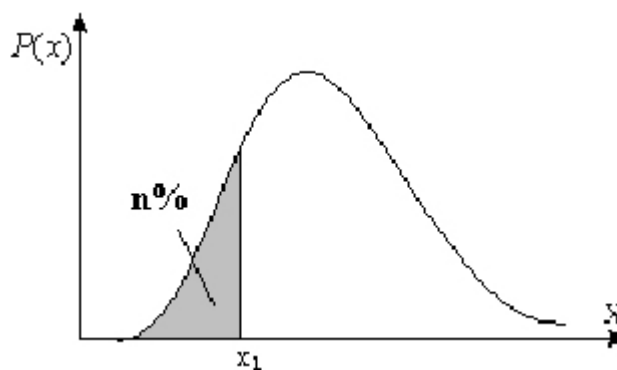
Det kan vises at intervallet $[E(X) - \sigma, E(X) + \sigma]$ dekker minimum 75% av sannsynligheten uansett sannsynlighetsfordeling. $E(X) + \sigma$ dekker altså alltid mer enn 75%. Forholdet mellom standardavviket og forventningsverdien gir et mål på relativ [usikkerhetseksposering](#), og kan f.eks. uttrykkes som standardavvikets prosentandel av forventningsverdien. $(100\sigma / E(X))$.



Figur 10.4 Mest sannsynlig verdi S og forventningsverdien $E(X)$ i en skjev fordeling. Skjeve fordelinger hvor $S < E(X)$ vil oppføre seg hyppig. Dvs risikosiden er større enn mulighetssiden og skyldes forhold som forsinkelser og kødannelse (tapt tid fås ikke igjen) mm

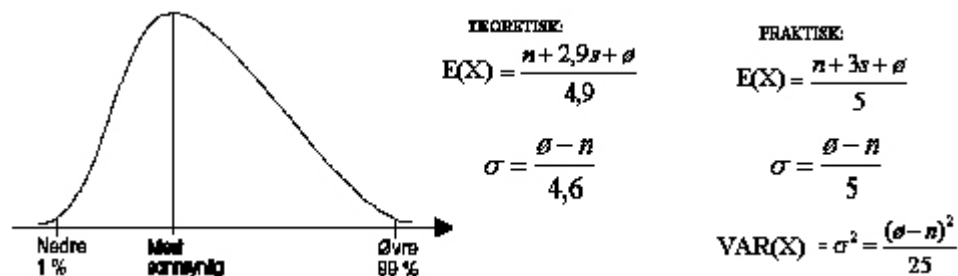
Et annet begrep som ofte brukes er fraktiler. Begrepet demonstreres med støtte av fig 11.3 hvor x_1 i dette tilfellet er $n\%$ - fraktilen. D.v.s. den verdi som med $n\%$ sannsynlighet ikke blir overskredet. $P(X < x_1) = n\%$ ($n\%$ - fraktilen kalles også $n\%$ - persentilen. Eller med andre ord: den x -verdi som har $n\%$ av sannsynlighetsmassen til venstre).

Merk ! $P(X < E(X) + \sigma) > 75\%$



Figur 10.5 x_1 er $n\%$ fraktilen, dvs $P(X < x_1) = n\%$

I forbindelse med trepunktsestimering settes ofte optimistisk lik 1 % fraktilen og pessimistisk lik 99 % fraktilen. Det forekommer også andre fraktiler fordi det kan være vanskelig å subjektivt sette så ekstreme verdier. I programvare for Monte Carlo simulering brukes ofte 10 % og 90 % fraktile. Dette gjør resultatet mer troverdig, da det ellers er tendens til å underestimere størrelsen på utfallsrommet. Likevel brukes 1 % og 99 % i den anerkjente suksessiv – metoden (med godt resultat). Uansett valg av fraktiler så er det personellets evne til å anslå disse verdiene som er avgjørende. Figur 10.6 Erlang - fordelingen (tilhører Gamma - fordelingen) viser Erlang - fordelingen som ofte brukes for trippel estimering i forbindelse med suksessiv - metoden (også kalt trinnsvis- eller anslag-) med karakteristika.



Figur 10.6 Erlang - fordelingen (tilhører Gamma - fordelingen)

På grunn av stokastisk konvergens(sentralgrenseteoremet) vil summen av stokastisk uavhengige variabler tendere mot en normalfordeling. Dette setter normalfordelingen i en særstilling. Normalfordelingen er definert når forventningsverdien og standardavviket er gitt.

Utfallsrommet er symmetrisk rundt forventningsverdien og utfallsrommet er godt dekket innenfor +/- 3 standardavvik. **Forventningsverdien gir 50 % fraktilen, og forventningsverdien + ett standardavvik(E(X)+ s) gir 85 % fraktilen.** Dette gjør det relativt enkelt å estimere S-kurven ved bruk av enkle regneregler under forutsetning om stokastisk uavhengighet (den tilfeldige variasjon er uavhengig). Ved stokastisk uavhengighet er det ikke samme årsaker til den tilfeldige variasjonen, og vi har ikke samvariasjon.

For normalfordelingen i fig 11.6 er standardavviket 100 og forventningsverdien 1300. Standardavvikets relative størrelse (Relativ usikkerhet) blir $100 \times 100 / 1300 = 7,69 \%$ (prosentandel av forventet). Gitt at kostnadsrammen settes til 85 % fraktilen vil vi i dette tilfelle sette av kr 7,69 pr 100 kroner i forventet kostnad. Dette er en lav relativ størrelse, selv om beløpene er store. (Standardavviket utgjør ofte 20-30% av forventningsverdien) Ved stokastisk avhengighet vil det være samvariasjon, slik at kunnskap om utfallet av den ene variabelen endrer sannsynlighetsfordelingen for den samvarierende variabelen. Vernepliktiges høyde er normalfordelte. Det samme gjelder for fotstørrelse. Av naturlige årsaker vil det være samvariasjon mellom høyde og fotstørrelse. Gitt at den vernepliktige er over 190 cm vil utfallsrommet for fotstørrelse sterkt reduseres(dvs sannsynlighets-fordelingen endres: forventningsverdi øker og standardavviket minker). Ved et EBA [prosjekt](#) vil kunnskap om budsjettposten " Tomtekostnad" ikke påvirke tilfeldig variasjon i budsjettposten "Elektriske installasjoner" i forhold til planlagt kostnad.

Ved stokastisk uavhengighet har vi følgende regneregler:

Forventningsverdien til summen av variablene (eks budsjettposter) er lik summen av de enkelte forventningsverdier:

$$E(X_1 + X_2 + X_3 + \dots X_n) = E(X_1) + E(X_2) + E(X_3) + \dots E(X_n)$$

Variansen til summen av variablene er lik summen av de enkelte varianser:

$$\text{Var}(X_1 + X_2 + X_3 + \dots X_n) = \text{Var}(X_1) + \text{Var}(X_2) + \text{Var}(X_3) + \dots \text{Var}(X_n)$$

Følgende gjelder generelt når a og b er konstanter, hvilket er nyttig hvis Y er enhetspris og a er en gitt mengde eller antall:

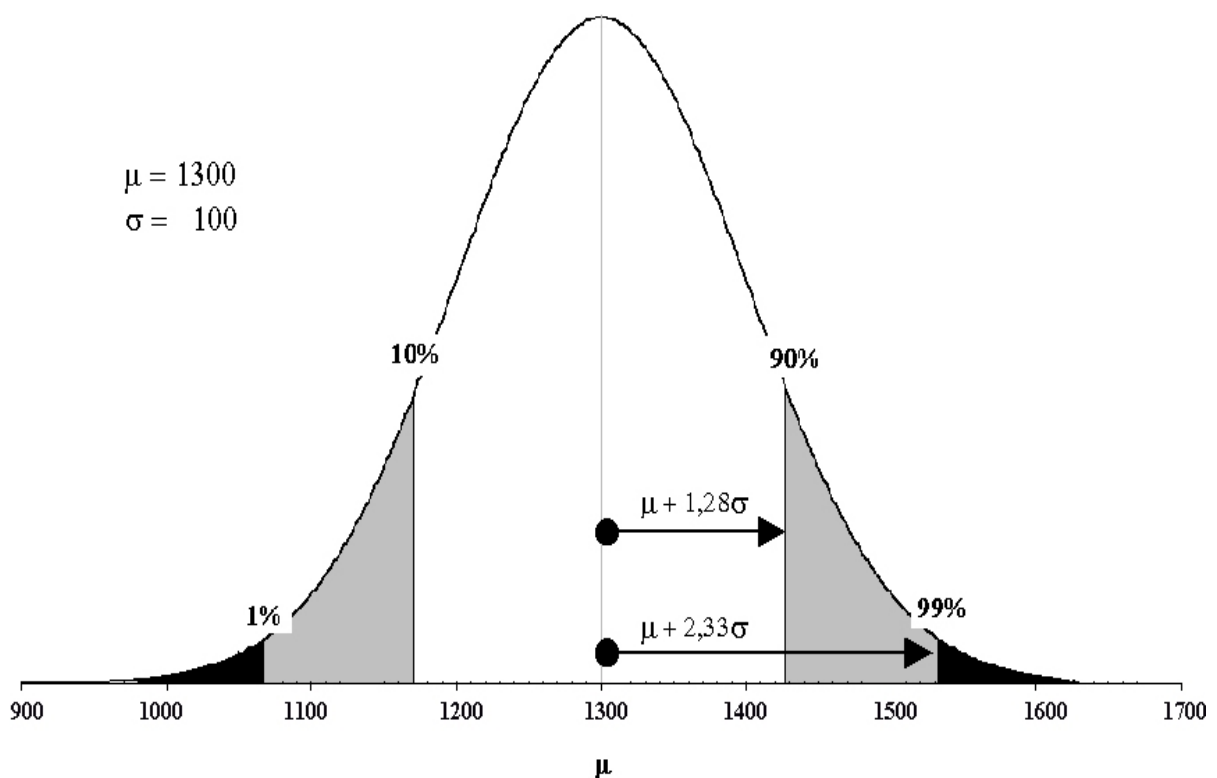
$E(aY + b) = aE(Y) + b$	$\text{Var}(aY + b) = a^2 \text{Var}(Y)$
-------------------------	--

Dette kan også utnyttes til å estimere forventningsverdien og variansen til effekten av en [hendelse](#) med deterministisk [konsekvens](#) :

$E(\text{hendelse}) = p$	(forventningsverdien til hendelsen)
$\text{Var}(\text{hendelse}) = p(1-p)$	(variansen til hendelsen)
s	(deterministisk konsekvens)

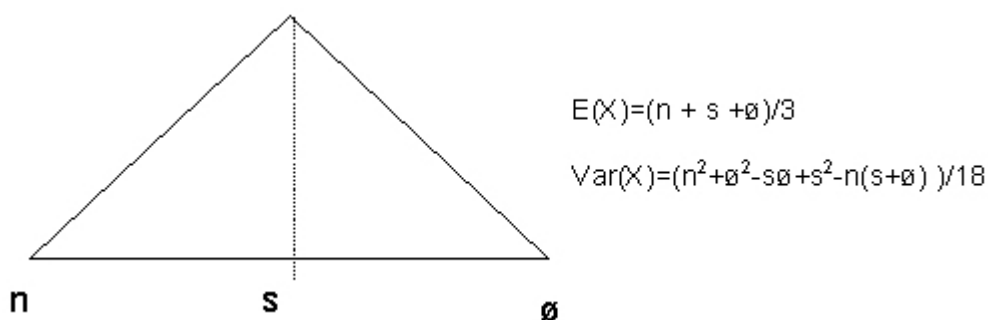
Bruk av regelen gir:

$E(\text{effekt av hendelsen}) = s p$	(effektens forventningsverdi)
$\text{Varians (effekt av hendelsen)} = s^2 p(1-p)$	(effektens varians)



Figur 10.7 Normalfordeling (+/- standardavvik utgjør 1 % og 99 % fraktilene) $\mu = E(X)$

Det er relativt vanlig å oppgi 10 % og 90 % fraktilen som et spredningsmål i tillegg til standardavviket. For normalfordeling er dette - /+ 1,28 standardavvik. 50 % fraktilen er lik forventningsverdien (forventningsverdien kalles ofte 50/50 estimat fordi det er lik fordeling av [sannsynlighet](#) på begge sider (dvs. sannsynlighetsfordelingen er symmetrisk))



Figur 10.8 Triangulærfordeling (n, s, ø) -> praktisk fordelt (opt, plan, pess)

En annen fordeling som er svært anvendbar for å anslå varians er triangulærfordelingen (fig 11.7). Ut i fra det som tidligere er sagt om stokastisk konvergens, samt det faktum at vi i stor grad er avhengig subjektive vurderinger for å anslå trepunktsestimat, *har det liten hensikt å bruke ressurser på å analysere hvilken fordeling som bør benyttes. Fokuser på å få med alt (dvs. dekke utfallsrommet) og forsøk å overholde oppbrytning av usikkerhet - og planelementer på en slik måte at vi har tilnærmet stokastisk uavhengighet.* De elementer som man tror har betydelig stokastisk samvariasjon bør behandles som enhet (dvs. unngå for fin oppdeling). Ved for fin oppdeling og antagelse om uavhengighet vil usikkerheten bli for liten. Husk at vi med analysen har som mål å få en realistisk ramme slik at prosjektet er styrbart.

For å vise hvordan valg av fordeling påvirker analyseresultatet skal vi se på følgende planelementer (budsjettposter) hvor de først er oppstilt med ren summering. Deretter estimeres total varians og forventingsverdi (under antagelse om gitt sannsynlighetsfordeling og stokastisk uavhengighet) ved å summere enkeltbidrag fra elementene (postene). Totalen antas (med god rimelighet) å være normalfordelt.

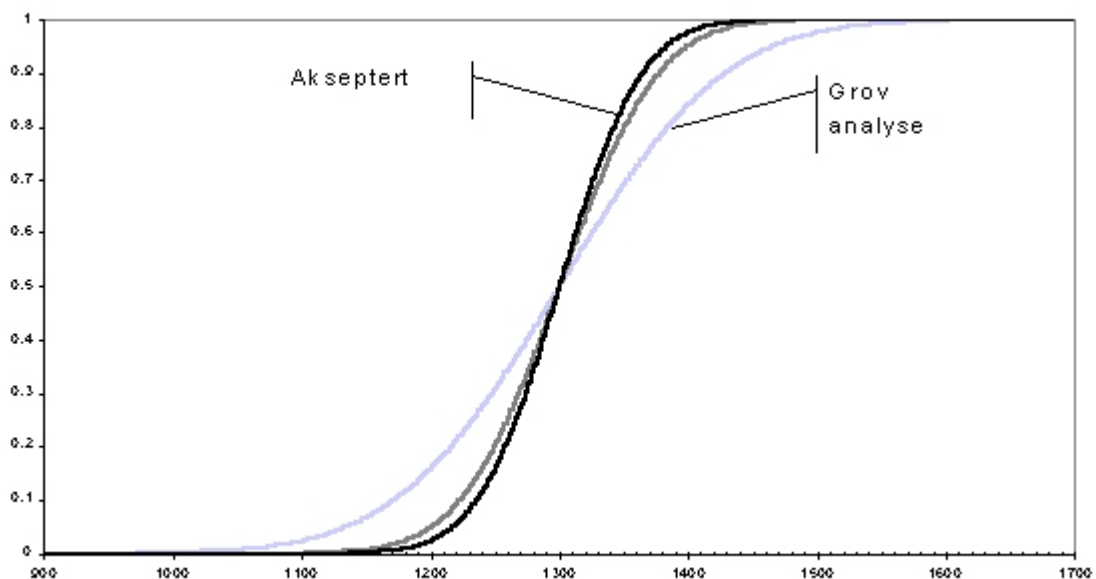
	Opt	Plan	Pess								
Element 1	107	127	167								
Element 2	196	226	276								
Element 3	312	352	412								
Element 4	190	226	270								
Element 5	73	88	123								
Element 6	22	32	52								
Totalt	900	1050	1300								
Erlang	Opt	Pess	Var	σ	E	Triangulær	Opt	Pess	Var	σ	E
Element 1			170	13	134	Element 1			156	12	134
Element 2			302	17	234	Element 2			273	17	233
Element 3			473	22	363	Element 3			422	21	359
Element 4			302	17	232	Element 4			268	16	229
Element 5			118	11	94	Element 5			110	10	95
Element 6			43	7	35	Element 6			39	6	35
Totalt	979	1204	1408	37.5	1092	Totalt	977	1190	1267	35.6	1083
Erlang	Opt	Pess	Var	σ	E	Triangulær	Opt	Pess	Var	σ	E
Element 1			100	10	137	Element 1			300	17	137
Element 2			178	13	236	Element 2			533	23	236
Element 3			278	17	362	Element 3			833	29	362
Element 4			3178	13	230	Element 4			533	23	230

Element 5			169	8	98	Element 5			208	14	98
Element 6			25	5	37	Element 6			75	9	37
Totalt	1014	1186	828	28,8	1100	Totalt	951	1249	2483	49,8	1100

Av dette kan vi konkludere med at valg av sannsynlighetsfordeling ikke er avgjørende for kvaliteten på analysen. Vi ser at Erlang - og Triangulær fordeling gir tilnærmet samme resultat. Tilsvarende resultater er funnet av andre. Fordelen med Triangulær er at den også dekker negative verdier, hvilket er nyttig når man skal vurdere den enkelte budsjettpost mot usikkerhetselementer. Forsvaret bruker derfor triangulærfordelingen for å estimere varians og forventningsverdi.

Uniform fordeling (rektangulær) vil være den mest konservative fordeling for å anslå varians (har størst spredning fordi sannsynligheten er likt fordelt over utfallsrommet). Tilsvarende vil normalfordelingen være av den typen som gir liten varians p.g.a. sin klokkeform.

Erlang fordelingen brukes for å anslå varians og forventningsverdi for den enkelte budsjettpost uten å direkte kvantifisere virkningen av det enkelte usikkerhetselement. I Analysen starter man med en relativ grov oppdeling, og analyserer varianser for de enkelte poster i et tornadoplott (Også en anvendelse av 80/20 Prinsippet). Poster med betydelig varians brytes ned for grundigere analyse. Dette er det såkalte suksessiv - prinsippet. Framgangsmåten gir hurtig resultat uten unødvendig flid. Prinsippet er vist med S-kurver i Figur 10.9 Virkningen av suksessivmetoden vist med S-kurver. Metodikken kan også brukes til å kontrollere et detaljert analyseresultat (bottom up) ved at man her går andre veien (top down) fra et overordnet ståsted.



Figur 10.9 Virkningen av suksessivmetoden vist med S-kurver

Det at ressursgruppen ikke kartlegger tilstrekkelig av usikkerhetene eller at utfallsrommet defineres for snevert kan være en alvorlig feilkilde. Dette ser man ganske raskt ved å vurdere figuren. Dersom gruppen egentlig har kommet fram til et 10 %, 90 % resultat for optimistisk og pessimistisk, men tror at denne er en 1 %, 99 %, betyr dette at reelt standardavvik er ca 1,8 ganger høyere enn estimert standardavvik. Når vi husker at det er ca ett standardavvik fra 50% fraktilen til 85% fraktilen, vil dette kunne bety relativt mye for et kostbart prosjekt.

Eks: Forventet kostnad er estimert til 3,500 MNOK med standardavvik 350 MNOK, slik at anbefalt kostnadsramme er 3,850 MNOK. Dersom standardavviket er undervurdert med faktor på 1,8 burde standardavviket vært 630 MNOK og anbefalt kostnadsramme 4,130 MNOK. (1,8 for standardavviket innebærer ca 3,24 for variansen) Samvariasjon vil også kunne bidra til større [utfallsrom](#). Det finnes verktøy som kan håndtere samvariasjon, men samvariasjon vil være komplisert å kvantifisere når antall elementert øker. Modellen blir fort så avansert at den kun blir lesbar for eksperter innen sannsynlighetsteori. Kompliserte modeller medfører et kommunikasjonsproblem og fare for at ressurspersoner ikke får bidratt effektivt eller ikke føler eierskap. Vi bør unngå å havne i en situasjon preget av avansert modellering med "shit in/shit out" og frustrerte medarbeidere.

NB!!

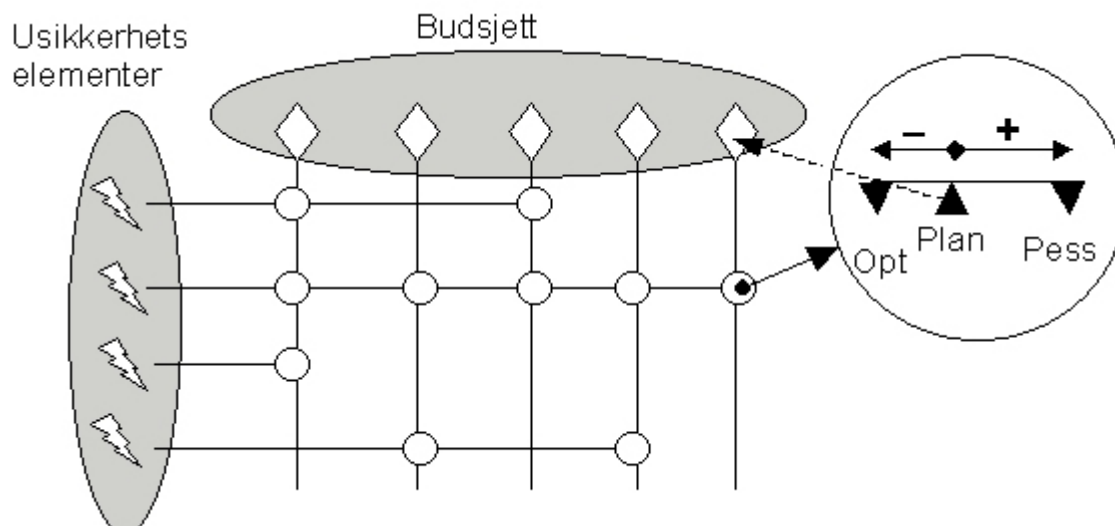
Prosjektene skal som hovedregel ikke bruke opp kostnadsrammen. Det er en forventning om at summen av prosjektenes forventningsverdier utgjør den forventede kostnaden for porteføljen og er et 50/50-estimat (man holder utenfor forventet bidrag fra systematisk [usikkerhet](#) som valutakurser og prisglidninger ol. som blir/bør bli håndtert på porteføljenivå).

10.3 Teknikk

Analysen gjennomføres separat for drift og investering (kap 1760). Det skal også anslås usikkerhet på de respektive poster. Det kan være at det er sterke kostnadsmessige bindinger mellom materiell (post 45) og EBA (post 47) slik at disse må analyseres sammen. Likevel skal kostnadsramme normalt godkjennes separat. EBA har en vesentlig lavere kostnadsramme for godkjenning i Stortinget. Dersom vi kan betrakte postene stokastisk uavhengige vil vi enkelt kunne finne totalkostnadene ved summering av varianser og forventningsverdier. Totalkostnaden antas å være Normalfordelt[sum forventede kostnader, Kvadratrot(sum varianser)].

10.3.1 Estimatusikkerhet

Vi bruker samme teknikker som tidligere beskrevet. For hver budsjettpost vurderes virkningen av usikkerhetselement med opt (negativt avvik fra planlagt) og pess(positivt avvik fra planlagt). Husk at opt og pess representerer ekstremt lave og høye verdier. Knutepunktene i Figur 10.10 Usikkerhetselementers påvirkning av respektive budsjettposter representer anslagene for opt og pess vurdert for det enkelte usikkerhetselement mot respektive budsjettposter. Det må vurderes om et usikkerhetselement gir betydelig stokastisk samvariasjon over de postene det påvirker. Hvis så er tilfelle bør disse postene vurderes samlet. Usikkerhetselementene skal være definert slik at de kan betraktes som stokastisk uavhengige. Dette oppnås ved å anslå trepunktsestimatene for den enkelte usikkerhet mot budsjettpost (knutepunkt) under forutsetning om at øvrige befinner seg i normaltilstand(planlagt kostnad). Trepunktsestimatene angis basert på erfaringer om naturlig variasjon i en tenkt situasjoner hvor [hendelser](#) ikke inntreffer(Hendelsene tar hensyn til spesielle forhold for prosjektet).



Figur 10.10 Usikkerhetselementers påvirkning av respektive budsjettposter

Basert på trepunktsestimater (Opt - Plan, 0, Pess - Plan) og bruk av triangulærfordeling estimeres varians og forventningsverdi for det enkelte knutepunkt. Under stokastisk uavhengighet kan varians summere til total varians. Det samme gjelder for forventningsverdi.

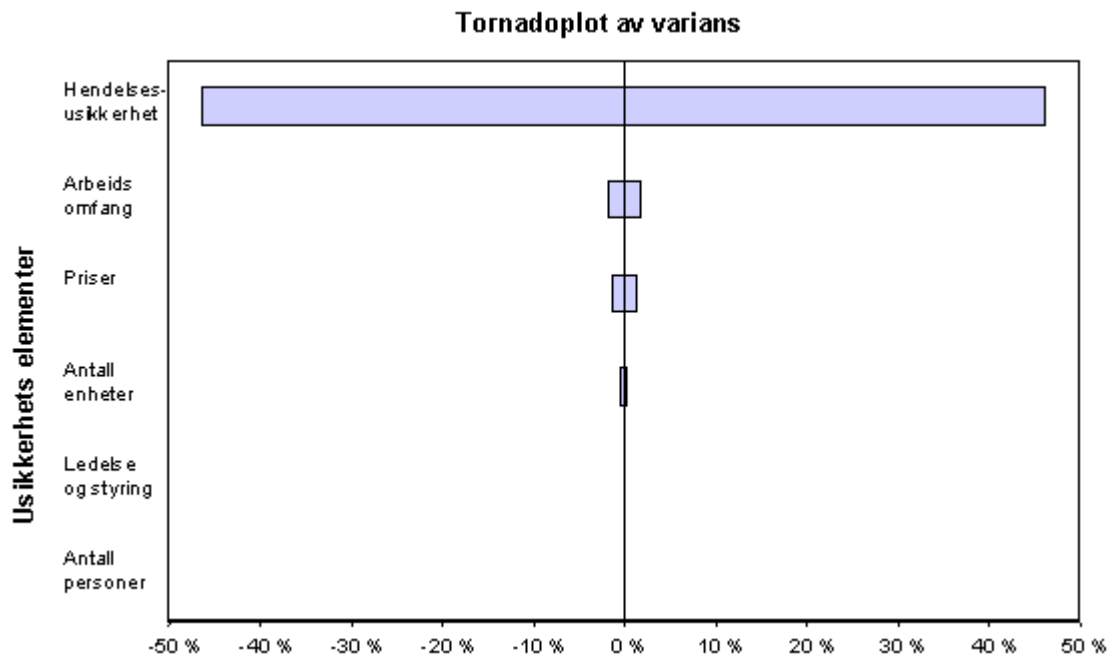
Vertikal summering av forventningsverdiene til knutepunktene under den enkelte budsjettpost legges sammen med planlagt kostnad for budsjettposten. Resultatet blir estimert forventningsverdi for budsjettposten.

Horisontal summering av forventningsverdier gir usikkerhetselementets bidrag til at forventet kostnad avviker fra planlagt (negativt bidrag indikerer dominerende mulighetsside, positivt indikerer dominerende risikoside).

Variansen summeres på tilsvarende måte og gir et spredningsmål ([usikkerhetseksposering](#)). Kvadratroten av variansen gir tilhørende standardavvik. Total forventningsverdi og standardavvik antas å tilhøre en normalfordeling p.g.a. stokastisk konvergens. Ved bruk av forventningsverdi og standardavviket beregnes optimistisk og pessimistisk for de enkelte budsjettposter for de fraktiler en ønsker. (Excel boken bruker 1 % fraktil og 99 % fraktil. Dette kan endres ved å endre faktoren som multipliserer standardavviket). Dette er en tilnærming som kan være mindre god for den enkelte budsjettpost når den er sterkt skjevfordelt. Tilnærmingen vil være god nok for totalen.

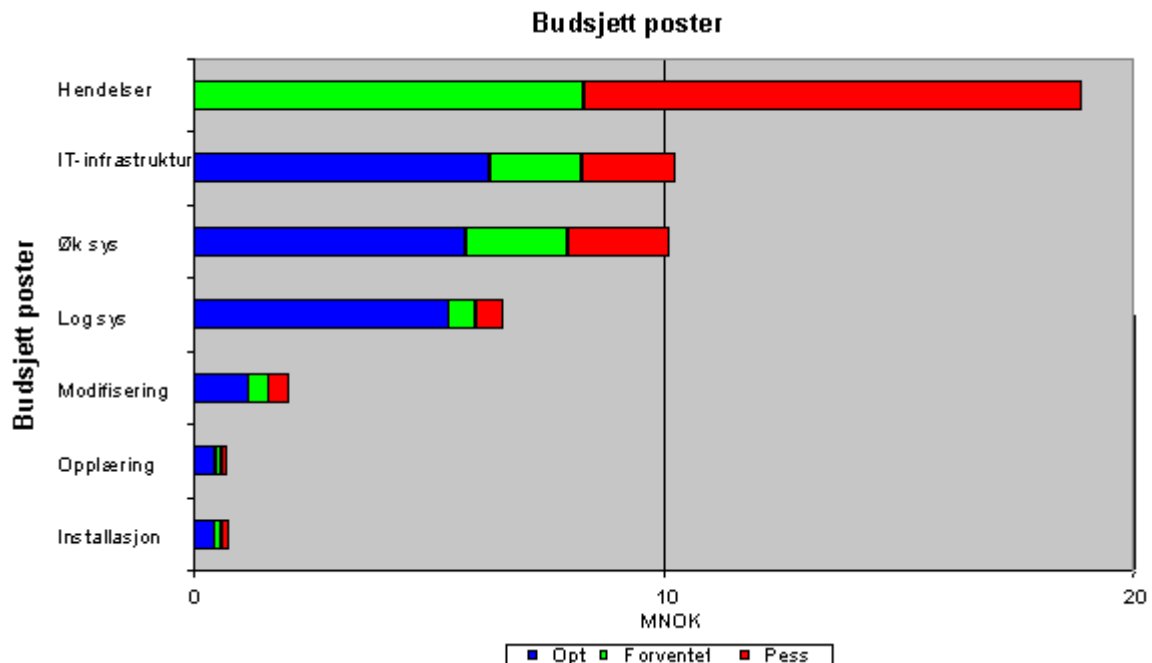
Et eksempel på bruk av regnearket er vist under. Usikkerhetseksposeringen er her sterkt dominert av hendelsesusikkerhet. En grundig tiltaksanalyse vil gi svar på hvorvidt vi kan håndtere disse.

Varianser for usikkerhetselementer plottes i tornadoplott for prioritering, fordi det er disse som summeres opp til et spredningsmål for totalkostnaden. Usikkerhetselementene er allerede klassifisert på [styrbarhet](#) (intern, ekstern). Under tiltaksanalysen foretar vi en mer grundig vurdering av styrbarhet og om dette er ønskelig ut fra kost/nytte vurdering.



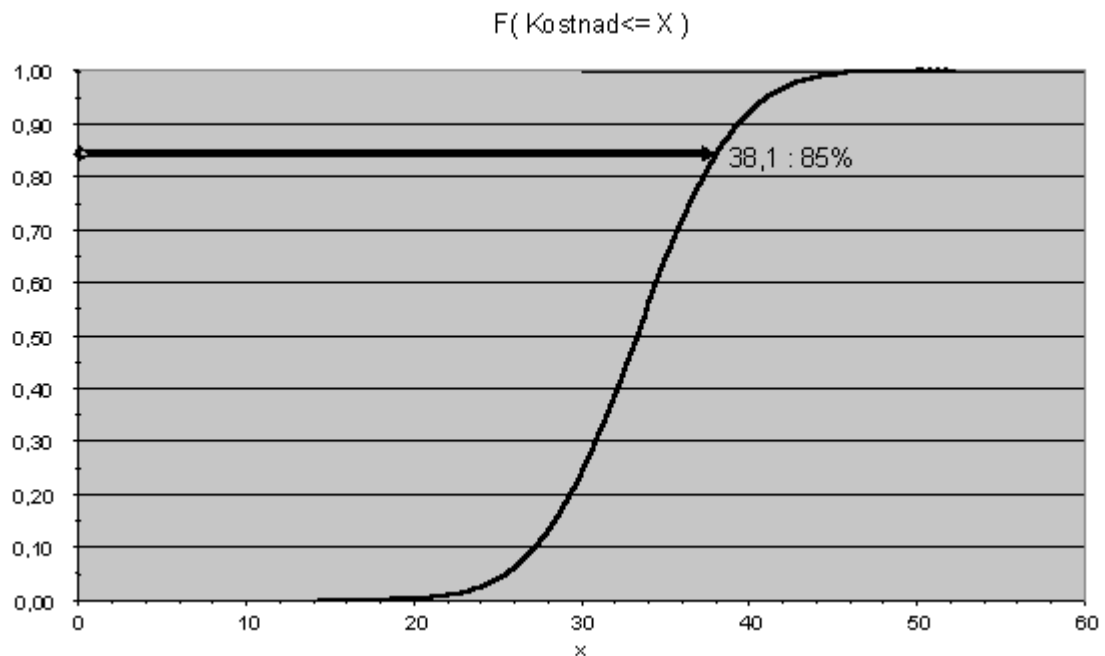
Figur 10.11 Tornadoplot av varians

Budsjettpostene plottes i et "sortert etter størrelse" bar diagram som viser optimistisk, forventet og pessimistisk. Grønn farge representerer mulighetssiden og rød risikosiden i forhold til forventet kostnad. I dette tilfellet vil totalen ikke være normalfordelt. S-kurven vil likevel gi en meget god tilnærming for verdier over 50 % - fraktilen (mindre enn 2 % feil relativt simulerte verdier ved [modellanalyse](#)). Forventet effekt av hendelser utgjør ca 34 % av deterministisk anslag for projektkostnaden (24,6). Poenget er at vi gjennom analysen tar økonomisk høyde for å kunne kjøpe oss ut av problemer som vil kunne oppstå. Plot av budsjettposter gir et visuelt inntrykk av hvor kostnadene i prosjektet er plassert, samtidig som vi får et inntrykk av usikkerhetenes relative betydning.



Figur 10.12 Budsjettposter

S-kurven for kostnadene plottes basert på normalfordelingen bestemt av standardavviket og forventningsverdien. Som norm velges 85 % fraktilen som kostnadsramme. Denne skal være basert på situasjonen slik den er når prosjektet legges fram for godkjenning.



Figur 10.13 S-kurven med 85 % fraktil som kostnadsramme

Det vil være interessant å vite om det er planlagte tiltak som forventes å gi vesentlige reduksjoner i [risiko](#) eller bidrar til å utnytte mulighetene (kan medføre anbefaling av kostnadsramme settes lavere (f.eks. 70%- fraktil). Normalt vil S-kurven bli brattere under

prosjektets løp. Dersom vi evner å utnytte mulighetene skyves kurven nedover, og omvendt dersom vi må ta mer risiko.

10.3.2 Hendelsesusikkerhet

[Hendelsesanalyse](#) er tidligere prioritert ved bruk av [kritikalitetsmatriser](#). Hensikten med denne teknikken er å fokusere på de kritiske hendelsene. Disse vil, hvis de inntreffer, utgjøre største bidrag til kostnadsøkning(risiko) eller kostnadsreduksjon(mulighet). Denne metodikken er også en måte å anvende 80/20 prinsippet ved at 20 % av identifiserte hendelser står for 80 % av effekten. Vi konsentrerer innsatsen mot å håndtere disse 20 % (Merk: For det enkelte [prosjekt](#) kan forholdet være 90/10, 70/30 eller et annet forhold som vil være avhengig av vår definisjon av konsekvensintervallene lav, middels og høy). Teknikken er utmerket mhp [håndtering av usikkerhet](#), men gir oss ikke mulighet til å kvantifisere den totale effekt på prosjektets kostnad.

Forventet effekt av [hendelser](#) kan beregnes, og legges inn som en egen post("hendelser" i estimat-regnearket). Resultatet blir at S-kurven parallellforskyves tilsvarende. Ulempen er at utfallsrommet blir for snevert. Optimistisk blir vurdert for høyt og pessimistisk for lavt. Det er ikke et problem at optimistisk blir vurdert for høyt mhp vurdering av nødvendig kostnadsramme. Vi får et litt feilaktig bilde av mulighetssiden når løsningsalternativer sammenlignes, men dette har liten praktisk betydning. Følgende [teknikk](#) kan anvendes for å anslå forventet effekt og dennes varians for den enkelte [hendelse](#) (deterministisk [konsekvens](#)):

Forventet effekt = [sannsynlighet](#) x [konsekvens](#)

Varians effekt = sannsynlighet x (1-sannsynlighet) x konsekvens²

Da [hendelsene](#) er vurdert som stokastisk uavhengige kan vi summere forventede effekter opp til total forventet effekt for prosjektet. Husk at for kostnader må besparelser ([muligheter](#)) legges inn som negative tall.

Hendelser	Sannsynlighet	Konsekvens	Forventet effekt	Varians effekt
Hendelse nr 1	0.8	8.0	6.4	10.24
Hendelse nr 2	0.7	5.0	3.5	5.25
Hendelse nr 3	0.5	10.0	5.0	25.00
Hendelse nr 4	0.3	5.0	1.5	5.25
Hendelse nr 5	0.1	8.0	0.8	5.76
		Total:	17.2	51.50

Standardavviket blir ca 7.2 og relativt stort i forhold til forventningsverdien(ca 42%). I mange tilfeller vil en slik beregning være godt nok, men det er ikke mye merarbeid å utføre en noe mer omfattende vurdering. Vi gjør da et trepunktsestimat for [konsekvens](#) av den enkelte [hendelse](#). Ved bruk av triangulær fordeling estimerer vi forventet konsekvens for den enkelte hendelse og anvender denne til å beregne forventet effekt. Hvis opt og pess ligger symmetrisk rundt sannsynlig vil forventet konsekvens bli beregnet lik sannsynlig. Som vi ser av tabellen under (hentet fra excel arbeidsbok) kan dette gi et litt forskjellig anslag på total forventet effekt (i dette tilfellet ca 6 % høyere) og litt større spredning (standardavvik har økt til ca 7.9).

Hendelse	Sannsynlighet	Konsekvens				Effekt	
		Opt	Sannsynlig	Pess	Forventet	Varians	Forventet
Hendelse nr 1	0,80	3,0	8,0	16,0	9,0	16,0	7,2
Hendelse nr 2	0,70	1,0	5,0	10,0	5,3	7,6	3,7
Hendelse nr 3	0,50	5,0	10,0	15,0	10,0	27,1	5,0

Hendelse nr 4	0,30	2,0	5,0	8,0	5,0	5,7	1,5
Hendelse nr 5	0,10	4,0	8,0	12,0	8,0	6,0	0,8
					Totalt	62,4	18,2

Variansen for en hendelser med [sannsynlighet](#) p og en konsekvensfordeling angitt som triangulær med (opt, s, pess) er beregnes slik:

$$\sigma^2 = (E(x))^2 p(1-p) + p \text{Var}(x)^2$$

Der $E(x)$ og $\text{Var}(x)$ for en trekantfordeling er gitt under:

$$E(x) = (n + s + \emptyset) / 3$$

$$\text{Var}(x) = (n^2 + \emptyset^2 - s\emptyset + s^2 - n(s + \emptyset)) / 18$$

S-kurven for effekten antas å være tilnærmet normalfordelt (rimelig for høye verdier)

Integrering av hendelse-resultatet gjøres i Excel-arket for [estimatanalyse](#) ved å opprette en budsjettpost som kalles "[Hendelser](#)". Vi setter inn forventet effekt som "planlagt" verdi. Oppdatering av malen skjer automatisk. På grunn av summering av varianser vil unøyaktigheter reduseres for totalen. Vi kan også bruke arket for [hendelsesanalysen](#) til å ta hensyn til samvariasjon(dersom vi setter [sannsynlighet](#) lik 1 får vi en ren [estimatusikkerhet](#))

10.4 Konseptfasen

Forsvarets faseinndeling skal i utgangspunktet bidra til mindre usikkerhet gjennom en sporbar [prosess](#) med mulighet for mange avklarende studier/analyser underveis. Problemet er ofte at kostnadsanslag gjort i denne meget tidlige fasen overhode ikke holder når kostnadsrammen skal fastsettes. Det kan fort vise seg at det blir 1,5 -3 ganger så dyrt som forventet. Kan estimat- og [hendelsesanalyse](#) løse dette? For å gi svar må årsakene til problemet gjennomgås.

Amerikanske studier tyder på at årsakene kan deles i to klasser. Den ene er svakheter i kostnadsanalyser for både investering og drift, mens den andre er usikkerhet i operative krav (mengde, ytelse osv). Basert på kvalitative data hevdes det at hovedårsakene kan spores tilbake til operative krav. Disse data stammer fra den tiden øst og vest hadde et meget krevende våpenkappløp, med mye teknologisk innovasjon og stadige endringer i trusselbildet.

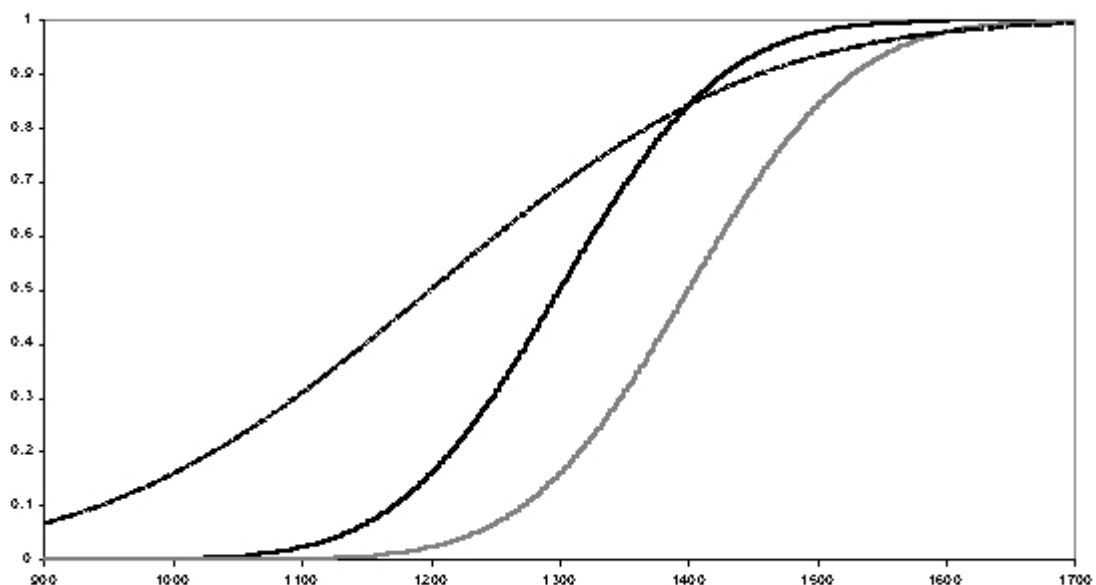
Systemene var knapt nok testet før omfattende konfigurasjonsendringer ble iverksatt uten at grensesnitt fikk nødvendig oppmerksomhet. Dette sammen med endring i bruksprofil, omfang, manglende logistikkstøtteplaner og utdanningsplaner medførte betydelig kostnadsøkning.

Forsvaret har allerede iverksatt tiltak mot svakheter i kostnadsanalyse gjennom implementering av [metode](#) for usikkerhetshåndtering. Når datagrunnlaget er snevert og anskaffelsen ligger flere år fram i tid, bør man foreta en relativt grov estimering av kostnader og sammenheng med øvrige måleparametere(top down)

Innen operative krav/ systemkrav er det trolig fortsatt ett betydelig potensiale. Forsvaret har også her iverksatt og implementert tiltak for å bli bedre(ILS, LCC, CM, , Utdanningsplaner mm). Det er først under arbeidet med Konseptuell løsning at disse kan bidra effektivt til estimerer på kostnader, tid og ytelse. Hvis "design to cost" allerede er besluttet, blir balansering av ytelse og økonomi spesielt utfordrende.

I denne tidlige fasen hvor vi gjør relativt grov vurdering av mulige systemløsninger (for bla å fokusere definisjonsfasen), er det svært viktig at det er sammenheng mellom trussel, fundamentale mål og strategi for utvikling av Forsvaret. Behovsanalyse, målsetnings-dokument og andre styrende dokumenter må være i takt med strategien. Dersom disse forhold svikter, er det [risiko](#) for å bruke betydelige ressurser på gjennomføring av prosjekter som er feil definert (gir lite effekt for pengene selv om gjennomføringen er eksemplarisk). Her er det viktig å vektlegge kvalitative teknikker for bedre å forstå beslutningssituasjonen. Teknikker som allerede er referert i PRINSIX håndboka er SWOT-analyse under behovsanalysen. I tillegg finnes det andre [metoder](#) som også gir god problem-forståelse i tidlig fase. LFA-metoden (Logical Framework Approach) er en oversiktlig [metode](#) som er beslektet med [hendelsesanalyse](#).

Noe mer avanserte metoder finnes innen teori for beslutningsanalyse. Disse går i korthet ut på å gjennomgå hierarki for fundamentale mål, samt etablere nettverk for virkemiddelmål. Deretter modelleres beslutningssituasjoner i influensdiagrammer som grunnlag for kvalitative og kvantitative analyser. S-kurver benyttes også i slike teknikker, hvor man bl a kan skille ut stokastisk dominans for alternativer. Kurven helt til høyre dominerer de to øvrige ved at den for en gitt [sannsynlighet](#) hele tiden har høyere verdi for stokastisk variabel. Hvis S-kurvene representerer kostnader bør dette alternativ utelukkes basert på ren kostnadsvurdering. Kurven til venstre har en betydelig større mulighetsside, men betyr også større [risiko](#) over 80 % fraktilen i forhold til kurven i midten. Videre studier vil kunne snevre inn utfallsområdet.



Figur 10.14 Stokastisk dominans blant S-kurver

Det vil på et hvert tidspunkt være mulig å komme fram til S-kurver for måleparametere for de respektive alternativer. Vi må akseptere at usikkerheten er stor og at det koster noe å gjøre kurvene brattere (tid & penger mm). Nyttedefunksjoner for måleparameter kan anvendes slik at vi får etablert S-kurver for total nytte. Vi må da være i stand til å vekte måleparameterene. Dette er spesielt nyttig ved gjennomgang av hovedkrav til systemer for å etablere nyttemål på ytelse. Ved en slik metodikk er det også fornuftig å bruke mer ressurser på kostnadsanalyse (Samme metode kan brukes mellom prosjekter/programmer). Kostnader må vurderes for alle kapitler og poster

når beslutningsmyndigheten krever dette. De totale livsløpskostnader er spesielt viktige, da vi i konseptfasen binder en betydelige del(hvis prosjektet blir gjennomført).

I konseptfasen kan det være vanskelig å gi gode estimater på kostnader som ligger flere år fram i tid. Det vil f.eks. være vanskelig å konkretisere [hendelser](#) . Derfor vil det være fornuftig å gjøre relativt grove anslag ved bruk av suksessiv-prinsippet. Ved slike grove anslag bør man først anslå optimistiske og pessimistiske verdier før estimering av planlagt. Analysen skal primært avdekke om det er fornuftig å bruke ressurser på gjennomføring av neste fase.

Forsvaret blir stadig mer høyteknologisk, og systemene får svært komplekse grensesnitt. Tidlig samarbeid med industrien er en arbeidsform som forener sivil og militær kompetanse, samt at industrien gis mulighet til å forbedre sin strategi. Dette vil kunne bidra til et bedre beslutningsgrunnlag og en hurtig og god gjennomføring. Forsvaret må sitte i førersetet, hvilket krever en meget sterk fokus på mål og strategier. Teknologisk og merkantil kompetanse bør hentes fra FLO og FFI. Kontraktmaler for denne typen samarbeid er allerede utviklet.

10.5 Definisjonsfasen (& utvikling)

I denne fasen velges systemløsning etter en omfattende systemstudie. Tilgangen på kostnadsdata er vesentlig bedre. Det kan være problematisk å få data på ønsket format, og det er heller ikke vanlig at potensielle tilbydere gir data i form av sannsynlighetsfordelinger eller trepunkts-estimer. Uansett vil vi måtte bruke ressursgrupper. Ekspertene på drift/systemforvaltning, merkantile eksperter og tunge brukermiljøer er nå i tett inngrep med prosjektet. Forsvaret skal også ha fått på plass nøkkelpersonellet i prosjektet. Industrien kan ha etablert grupperinger som arbeider opp mot Forsvaret.

Ved å ha et nøkternt og planmessig forhold til innhenting /bearbeiding av informasjon og usikkerhetshåndtering av denne prosjekteringsfasen, bør prosjektet kunne gi en rimelig god anbefaling av kostnadsramme. Det er viktig at alle roller er definert og at [ansvarskart](#) er utarbeidet. Videre bør prosjektet ved oppstart av fasen ha en klar forståelse og aksept fra linjeorganisasjonen på de viktigste suksesskriterier og de skumle fallgruvene. Utarbeidelse av KD skjer parallelt med utarbeidelse av Fremskaffelsesløsning slik at disse blir avstemt under GFS (hvis GFS er nødvendig etter systemstudien). **Under studiearbeid i definisjonsfasen bør [usikkerhetsanalyse](#) av kostnader vektlegges.** Det er spesielt viktig at de totale levetidskostnadene blir estimert ved trippel anslag, og at disse kostnadene nedbrytes på en måte som muliggjør senere oppfølging. Hvorvidt fremtidige pengestrømmer skal diskonteres må reguleres sentralt, slik at forholdene blir sammenlignbare.

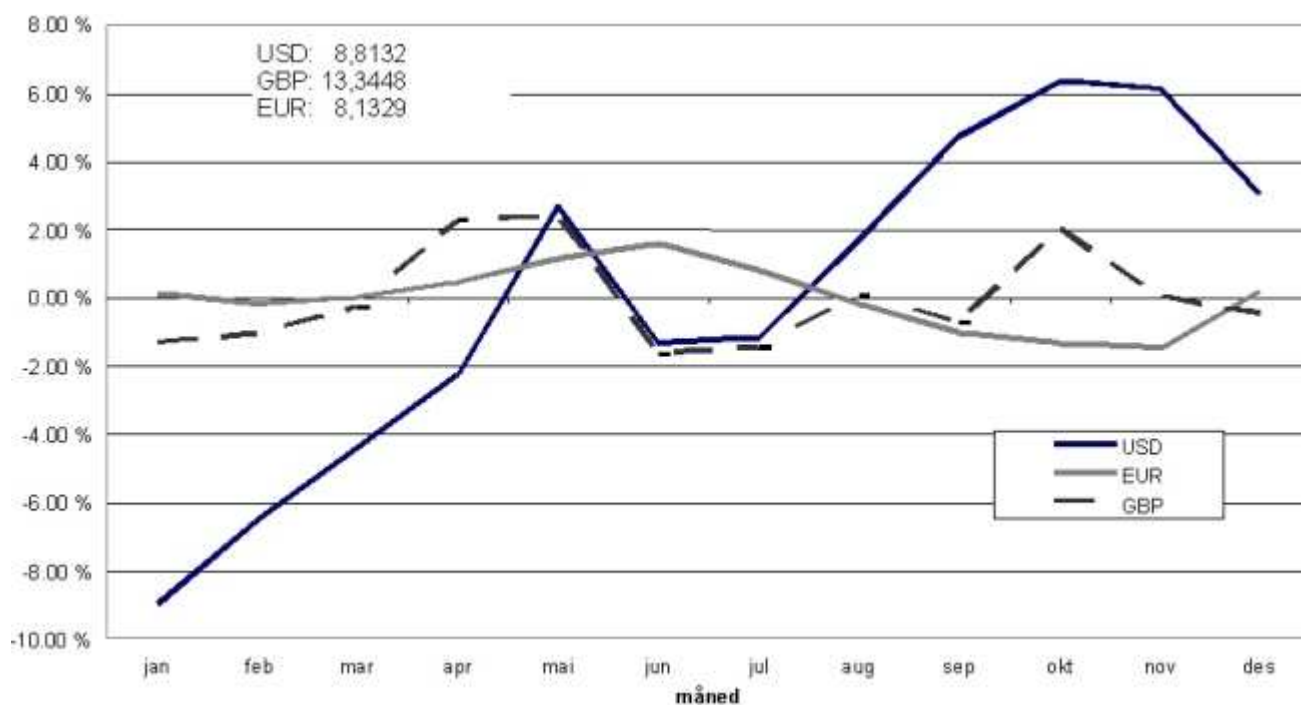
Ved bruk av Forsvarets [metode](#) og de teknikker som tidligere er omtalt, har vi mulighet for å legge data inn i en mal (Excel arbeidsbok). Her beregnes standardavvik og forventningsverdier, samt at det kan plottes tornadodiagram og S-kurve (bør gjøres før og etter tiltak). Regnearket bruker triangulær fordelingen på alle inputer, og beregner totaler ved bruk av normalfordeling iht. til estimert forventningsverdi og [estimatusikkerhet](#) .

Mange prosjekter som anskaffer "militær eller sivil hylleware"(kun et begrep da de fleste kapitalintensive varene produseres etter tunge merkantile runder og har lang ledetid) går rett over i anskaffelsesfasen. For de få men viktige kategori 1 prosjektene må ekstern kvalitetssikring tilrettelegges. Den beste forberedelsen er å iverksette en godt dokumentert usikkerhetshåndtering ved hjelp av [usikkerhetsmanual](#) . Store prosjekter går over lengre tid (investeringsmidler, produksjonstakt, evne til å ta i bruk materiellet, garantioppfølging mm) slik at EasyRisk Manager bør nyttes.

Vi benytter samme teknikker i en eventuell utviklingsfase. Her er det en spesiell utfordring å få etablert milepæler/hovedleveranser som gjør det mulig å ha en effektiv oppfølging/usikkerhetshåndtering. Bruk av ansporingsmekanismer for å sikre framdrift er blitt vanlig på større utviklingsprosjekter (eks Eurofighter). Det er alltid større [risiko](#) ved utvikling (høye kostnader, alvorlige forsinkelser slik at teknologisk levetid blir kort og at gammelt materiell må holdes liv i kunstig lenge til høy kostnad). Derfor bør det være en betydelig mulighetside som oppveier risiko (ytelse, systemansvar, lavere driftskostnad mm). S-kurver som vist i fig xx.8 bør brukes som del av beslutningsgrunnlaget.

10.6 Usikkerheter som ligger på porteføljenivå

Det er tidligere nevnt at [usikkerhet](#) som valutakurser, prisglidning i kontrakter, og i visse tilfeller dokumentert fordyrelse fra godkjenning til kontrakt, vil bli kompensert av Forsvarsdepartementet etter søknad. For de fleste prosjekter skal dette gjøres mot slutten av prosjektet basert på dokumentert regnskap.

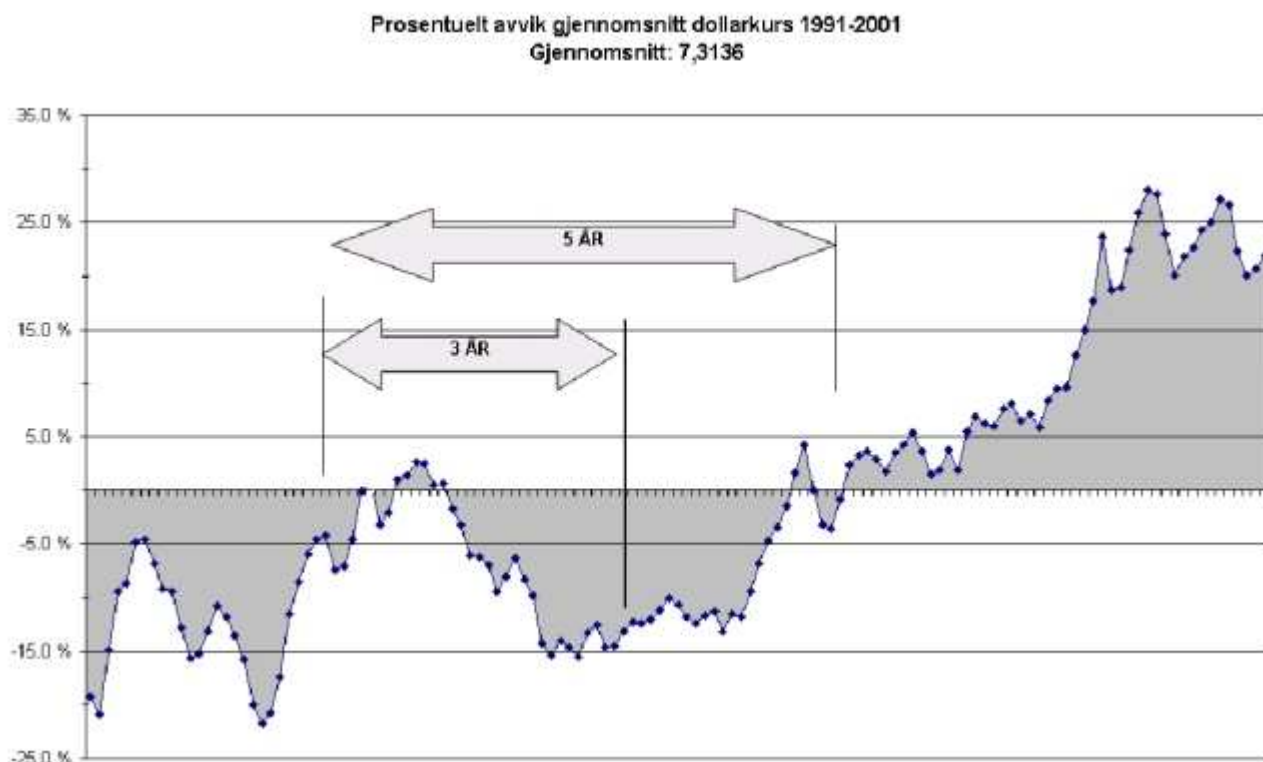


Figur 10.15 Prosentuell variasjon av USD, GBP og Euro relativt middelverdi år 2000

Slik usikkerhet vil virke systematisk (dvs. på flere prosjekter og en stor andel av omsetningsvolumet) og kan føre til alvorlige omsetningsproblemer (krav om forsering, forskyvning eller utsettelse). Denne type usikkerheter skal normalt ikke innarbeides i kostnadsrammen, men bør synliggjøres for prosjektet og inngå som informasjon i Fremskaffelsesløsningen og usikkerhetsrapporten. Forutsetningene som er lagt til grunn må være spesifisert. Figur 10.15 Prosentuell variasjon av USD, GBP og Euro relativt middelverdi år 2000 viser prosentuell variasjon i noen viktige valutaer gjennom år 2000 i forhold til årsgjennomsnittet. Av figuren ser man at betalingstidspunkt innenfor en måned kan variere signifikant, hvilket også kan utnyttes ved utbetalinger.

Betydningen av svingninger i valutakurs over lengre tid er åpenbar når vi betrakter fig xx.10 som viser USD - svingningen. Et [prosjekt](#) med hovedutbetalinger som går over 3-5 år vil kunne oppleve dramatisk endring i kostnadsbildet. Det er også åpenbart at prosjekter som ble godkjent i

1995 og tidligere og som har store hovedutbetalinger i USD 1999 og senere, vil få et mye høyere kostnadsnivå en forventet.



Figur 10.16 Svingninger i dollarkurs 1991-2001 prosentuert i forhold til gjennomsnitt

På porteføljenivå vil denne usikkerheten ha en tendens til å utjevne seg over tid, så fremt prosjektene faktisk betaler tilbake eventuelt overskudd i forhold til budsjettert valuta.

Prisglidninger er regulert i kontrakt og vil være basert på en rekke indekser avhengig av innsatsfaktorer som utgjør leverandørens kostnader (lønn, materialer, produksjonsutstyr, energi mm.), og har en tendens til å stige mer en konsumprisindeksen. Glidningen vil typisk ha et [utfallsrom](#) rundt en trend. Vi må også forvente at enhetspriser blir vesentlig høyere i en periode hvor nasjoner skalerer ned styrkene, fordi høye utviklingskostnader blir fordelt på mindre serier.

Vi kan ikke anta at usikkerheter på porteføljenivå er stokastisk uavhengige. Utbetalinger som faller sammen i tid vil ha samvariasjon og må behandles under ett. Prosjektene vil også kunne ha forskjellige valutakurser som basis i Fremskaffelsesløsning.

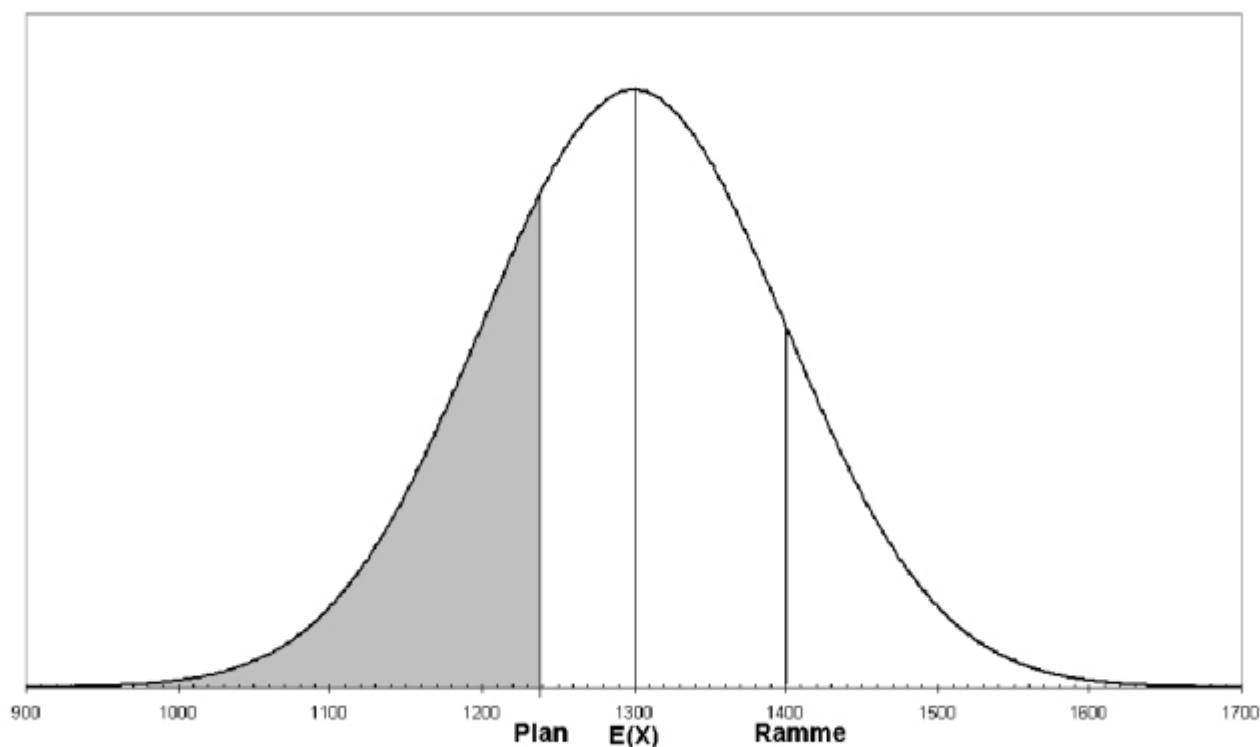
10.7 Disponering av avsetning og oppfølging av kostnader

Vi har tidligere sagt at målkostnad bør settes lik planlagt kostnad. Denne vil ofte være lavere enn forventet kostnad. Målkostnad bør likevel settes for å anspore prosjektet til å utnytte [muligheter](#). Prosjektansvarlig (PA) bør normalt minimum disponere avsetning til forventet kostnad. Større andel av avsetning kan plasseres hos PA dersom beslutning naturlig faller innenfor myndighetsområdet (tekniske løsninger, kontraktsmessige forhold, intern organisasjon ol). Øvrig avsetning bør disponeres av totalprosjektansvarlig (endring av krav, driftsprofiler, personell/kompetanse, organisasjon ol) med mindre det er usikre forhold som best håndteres av interessenter på et høyere nivå.

For situasjonen i fig xx.16 vil vi som utgangspunkt kunne sette opp følgende enkle disponering:

Kostnadsramme = 1 400		Forventet kostnad = 1 300
Målkostnad	= 1 240 (Plan)	
Total avsetning	= 160	
Forventet tillegg	= 60	Disponeres av prosjektansvarlig
Usikkerhetsavsetning	= 100	Disponeres av totalprosjektansvarlig

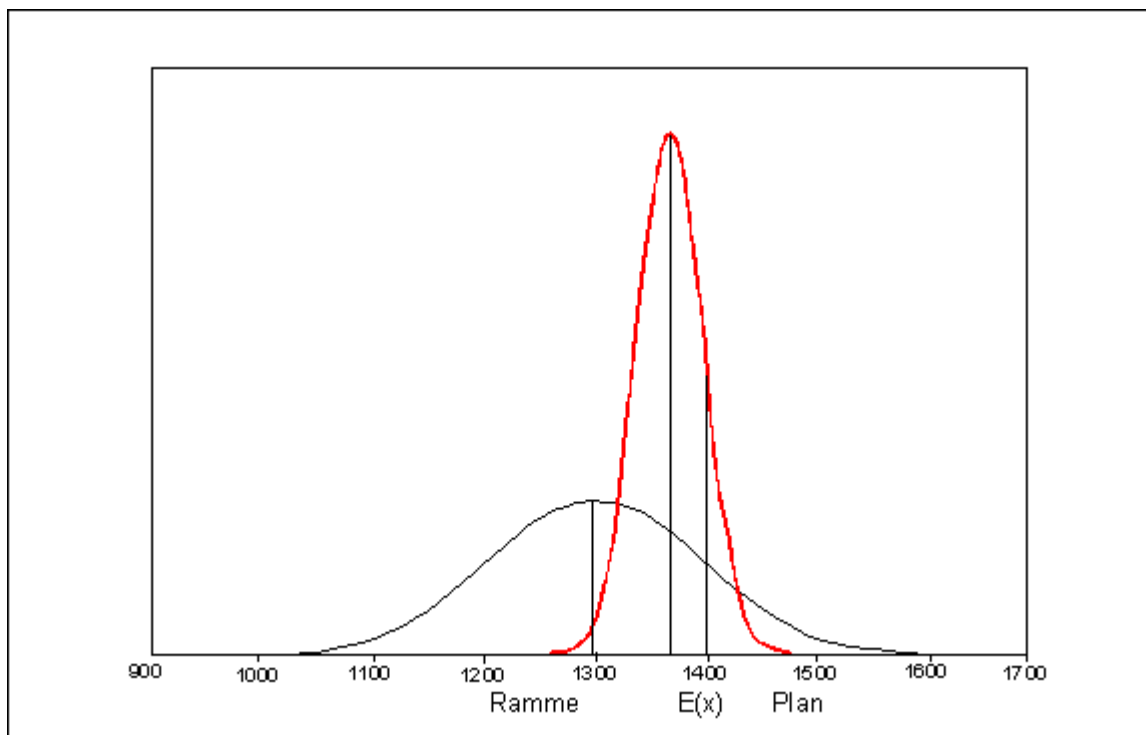
Disponering av avsetninger bør gjøres oversiktlig og ubyråkratisk, men likevel med klare ansvarsforhold og sporbarhet i [prosessen](#). Beslutning om bruk av avsetning må gjøres tidsriktig ved at kriteriene er predefinert. Dette oppnås når avsetningen er planlagt fordelt i tid knyttet til milepæler for beslutninger og leveranser/utbetalinger. Beslutningstaker får da også mulighet for håndtere usikkerhet knyttet til ressursituasjonen slik at [risiko](#) minimaliseres. Størrelse på avsetning knyttet til den enkelte milepæl vurderes ut fra usikkerhetenes bidrag til total eksponering (f.eks. usikkerhetens % andel av total varians). Disponeringen av avsetningen beskrives i Fremskaffelsesløsningen under pkt om økonomiske rammer, og skal som hovedregel spesifiseres for både materiell (post 45) og EBA (post 47).



Figur 10.17 Normalfordeling for projektkostnad. Plan er summen av planlagte kostnader. Forventningsverdien (EX) er 50 % fraktilen. Rammen settes lik forventningsverdien pluss et standardavvik (85 % fraktilen)

Etter hvert som prosjektet løper vil sannsynlighetsfordelingen for projektkostnad endres. Så vel forventningsverdi som standardavvik vil få andre verdier. Fordelingen får et snevrere [utfallsrom](#) etter hvert som usikkerheter sjekkes ut. Dersom forventningsverdien pluss ett standard avvik holder seg innenfor kostnadsrammen, har vi fortsatt et godt økonomisk grunnlag for å styre prosjektet. Hvis derimot forventningsverdien blir større eller lik kostnadsrammen, har vi et dårlig utgangspunkt for styring (50 % [sannsynlighet](#) eller lavere for å holde rammen). Den eneste

måten å måle dette på, er å bruke oppdaterte S-kurver for å se hvilken n % - fraktil kostnadsrammen utgjør.



Figur 10.18 Utvikling med økt forventet kostnad

Figuren over viser en utvikling hvor planlagt kostnad ikke lenger er realiserbar, og hvor forventet kostnad har økt. S-kurven vil likevel vise at kostnadsrammen har tilstrekkelig sikkerhet fordi utfallsrommet har blitt mindre (smalere).

Oppfølging av kostnadsbildet er en viktig del av prosjektstyringen. Ved å knytte usikkerhetselementene mot prosjektets betalingsplan, vil vi oppnå god oversikt. Vi bør jevnlig foreta en revisjon, og spesielt i forbindelse med inngåelse av større kontakter. Vi skiller mellom kostnads registrering (hva prosjektet har kostet) og kostnadsstyring (hva prosjektet vil koste). Ved tradisjonell kostnadskontroll sammenlignes bokførte med budsjetterte. En slik sammenstilling er vist nedenfor:

Budsjettert pr dato	300	MNOK
Bokført pr dato	250	MNOK
Avvik	50	MNOK

Ut fra regnskapsdata kan det se ut som vi har en besparelse på 50 MNOK. Dette er imidlertid ikke riktig. Vi må også justere for påløpte kostnader som vi ennå ikke har bokført p.g.a. etterslep i registrering.

Bokført pr dato	250	MNOK
Avsetning påløpte ikke bokførte pr dato	20	MNOK
Påløpte kostnader pr dato	270	MNOK

Videre må vi vurdere prosjektets ferdigstillelsesgrad. Dersom planlagt framdrift skulle vært 50 %, mens den i virkeligheten blir vurdert til 40 %, blir budsjetterte kostnader for utført $300 \times 0.4 / 0.5 = 240$ MNOK.

Budsjetterte kostnader for utført arbeid	240	MNOK
--	-----	------

Påløpte kostnader for utført arbeid	270	MNOK
Kostnadsavvik	-30	MNOK

Prosjektet har så langt i løpet avsatt 20 av 50 MNOK til [håndtering av usikkerhet](#). Før vi kan vurdere om dette er tilstrekkelig må vi ta hensyn til kompensasjon for usikkerheter som ligger på porteføljenivå. I eksemplet under har vi så langt i prosjektet hatt en fordyrelse på 10 MNOK for valuta, mens prisglidning har ført til 15 MNOK fordyrelse.

Valuta pr dato	10	MNOK
Prisglidning pr dato	15	MNOK
Kompensasjon porteføljeusikkerhet	25	MNOK

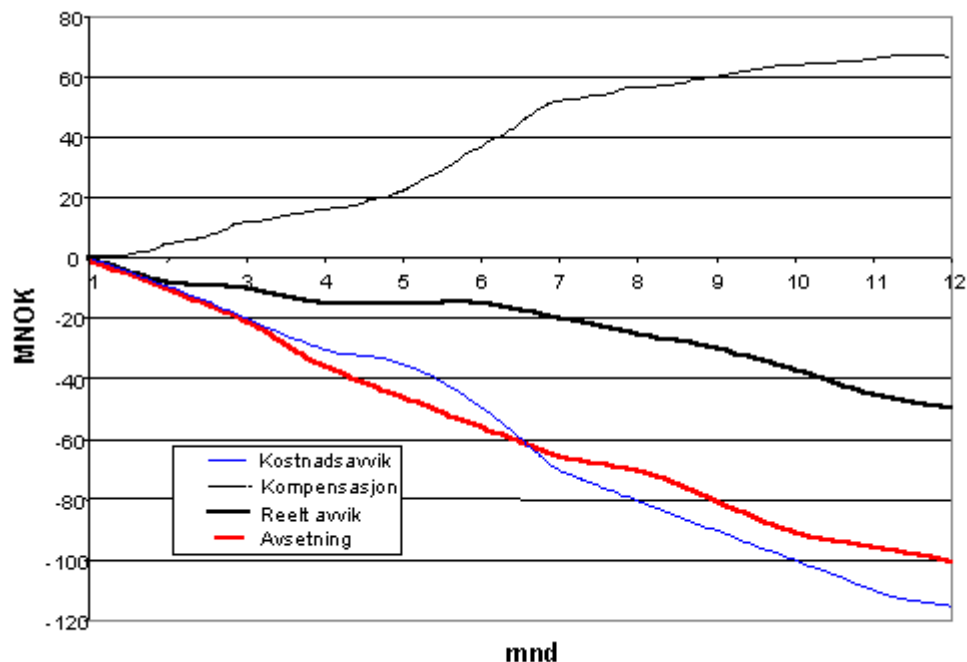
Prosjektet har da akkumulert en mulig kompensasjon på 25 MNOK. Vi er nå i stand til å vurdere hvor mye vi faktisk har brukt i forhold til forutsetningene.

Kostnadsavvik	-30	MNOK
Kompensasjon porteføljeusikkerhet	25	MNOK
Sum	-5	MNOK

Vi har så langt i prosjektet hatt 5 MNOK høyere kostnader enn planlagt. Dette ligger innenfor planlagt bruk av avsetning og vi har kontroll på prosjektets kostnad.

Kostnadsavvik er definert som: Budsjetterte kostnader for utført arbeid - Påløpte kostnader for utført arbeid

Akkumulert kostnadsavvik og kompensasjon bør beregnes månedlig, og sammenholdes mot akkumulert avsetning.



Figur 10.19 Akkumulert kostnadsavvik og kompensasjon sammenholdt mot akkumulert avsetning

Ved å sammenligne kurven for Reelt avvik (summen av kostnadsavvik og kompensasjon) med kurven for Avsetning (satt negativ p.g.a. utgift i forhold til plan) ser vi at denne ligger over. Dette betyr at vi ikke har brukt opp avsetningen og har indikasjon på at rammen holder. For å etablere slike kurver må vi ha legge ut budsjettposter i tid med milepæler for leveranser/betaling,

og på samme måte porsjonere ut avsetning i forhold til plan (forventet tillegg og usikkerhetsavsetningen).

10.8 Oppsummering

Nødvendig betingelse for at analysen skal gi et brukbart resultat er at antagelsen om stokastisk uavhengighet holder, og at vi evner å identifisere og å kvantifisere usikkerhetene. Ved mistanke om betydelig samvariasjon må vi foreta en samlet vurdering av de elementer som samvarierer. Det er meget viktig at vi ikke definerer utfallsrommet for snevert (opt og pess). S-kurven beregnes ved summering av hhv varianser og forventningsverdier og antagelse om at resulterende fordeling blir normalfordelt. Denne anvendes for å vurdere [risiko](#) for kostnadsoverskridelse. Underliggende fordelingers varians og forventningsverdi anslås ved bruk av triangulærfordelinger. Tilsvarende [teknikk](#) brukes også for å ta hensyn til [hendelser](#). Virkning av hendelser og estimater slås sammen som forklart over.

I konseptfasen bør vi ikke gjennomføre for detaljerte kvantitative analyser, men vektlegge kvalitative analyser av konsept. Totale levetidskostnader bør framstilles ved bruk av S-kurver for vurdering av alternativer. Grov analyse ved bruk av f.eks. suksessiv-prinsippet anbefales anvendt i denne fasen. Tidlig samarbeid med industrien kan være en måte å få et bedre informasjons grunnlag.

Under definisjonsfasen får vi bedre datagrunnlag gjennom systemstudien og eventuell GFS/ forprosjekt. Vi vil ofte komme fram til en endelige kostnadsrammer for EBA og materiell basert på relativt detaljerte analyser. Som norm velges 85 % fraktilen til kostnadsramme. Ved ønske om utvikling bør [muligheter](#) og [risiko](#) nøye avveies, og respektive alternativets S-kurver bør sammenlignes (avdekke stokastisk dominans).

I gjennomføringen er det viktig at akkumulert kostnadsavvik følges opp mot avsetning. Avsetningen skal porsjoneres og være knyttet til milepæler (betaling/leveranser, kontrakter og andre viktige beslutninger). Ansvarsforhold og kriterier for utløsning skal være definert i Fremskaffelsesløsning. Usikkerhet som ligger på porteføljnivå (ikke inngår i kostnadsrammen) må følges opp ved å beregne akkumulert kompensasjon. Oppdaterte S-kurver nyttes for å vurdere risiko knyttet til kostnadsoverskridelse.

Kapittel 11 Kommunikasjon

Kommunikasjon er et sentralt trinn gjennom hele prosessen. Formålet er å formidle informasjon fra prosessen til aktører i og utenfor prosjektet. En sentral del her på å presentere resultatene fra analysen til interessentene i prosjektet. Målet er en omforent forståelse for hvordan usikkerheten kan påvirke prosjektet, samt viktigheten av å følge opp de tiltak som er planlagt. Hensikten er at mottaker skal sitte igjen med en god innsikt i og forståelse av prosjektets totale usikkerhetsbilde.

Usikkerhetsledelsen skal være en integrert del av prosjektstyringen, dermed vil andre parter i prosjektet bli berørt av tiltakene (resultatet av prosessene). Det er viktig å etablere en kontakt som ivaretar full forståelse for prosjektets usikkerhet og tiltak, slik at disse blir prioritert i prosjektet.

Resultatene fra [usikkerhetsanalysen](#) beskriver hvilke usikkerhetselementer som påvirker mål og rammer mest. Denne informasjonen må formidles til ledelsen i og over prosjektet samt prosjektets medarbeidere. Det er viktig at alle i prosjektet får et bilde av hvordan usikkerheten kan påvirke prosjektet. Det vil være spesielt viktig for prosjektet å kommunisere [ekstern usikkerhet](#), ettersom dette er usikkerhet som prosjektet i liten grad selv kan kontrollere.

Vi kan skille mellom tre former for nødvendig kommunikasjon gjennom prosessen med å håndtere usikkerhet:

11.1.1 Kommunikasjon mellom deltakerne

Først og fremst er man avhengig av god kommunikasjon mellom deltakerne i prosessen. Når man går gjennom forutsetninger, mål for prosessen, identifiserte usikkerhetselementer, og resultater fra analysen, vil det vanligvis dukke opp nye usikkerhetselementer, samt diskusjon rundt enkelte av usikkerhetselementene og deres påvirkning. Denne informasjonen er viktig å ta med seg enten man går tilbake i prosessen (iterasjon) eller om man velger å gå videre. Det er viktig å skape konsensus rundt hvilke usikkerhetselementer som bidrar mest, for dermed å skape et eierskap til tiltak som skal iverksettes. I tillegg vil [usikkerhetsbildet](#) i et [prosjekt](#) endres kontinuerlig som følge av at tiltak iverksettes, eller at omgivelsene rundt prosjektet endres. Utviklingen i [usikkerhetsbildet](#) må hele tiden kommuniseres mellom prosjektdeltakerne, og vil i seg selv også generere nye usikkerhetselementer og tiltak som tilbakeføres til prosessen. Målet er at det å *tenke* usikkerhet skal bli en naturlig del av hverdagen for alle som arbeider i prosjekter.

11.1.2 Kommunikasjon med ledelsen

I tillegg til kommunikasjon internt mellom prosjektmedarbeidere, må informasjon formidles til ledelsen i og over prosjektet. Dette er spesielt viktig for å kvalitetssikre resultatene fra usikkerhetsanalysen, og få aksept for de vurderingene som er gjort underveis. For eksempel kan det være nyttig å sikre at prosjektets måldefinisjoner stemmer overens med det ledelsen over prosjektet anser som prosjektets mål. Det samme gjelder definisjon av [kritikalitet](#). Usikkerhet som for en prosjektleder oppfattes som kritisk, trenger ikke nødvendigvis være kritisk for en annen som ser ting fra et annet perspektiv.

11.1.3 Kommunikasjon med eksterne aktører

De fleste prosjekter blir påvirket av både intern og [ekstern usikkerhet](#), der [ekstern usikkerhet](#)

kan genereres både fra leverandører, fra andre deler av Forsvarets organisasjon eller fra samfunnet for øvrig. Slik [usikkerhet](#) vil prosjektet selv ha liten mulighet til å påvirke, og det er derfor ekstra viktig å kommunisere denne typen resultater til de rette aktører. For eksempel kan det være nødvendig for et prosjekt å definere tiltak som involverer andre deler av Forsvarets organisasjon enn prosjektet selv, og det blir da viktig å skape en forståelse for at slike tiltak er nødvendig også utenfor [prosjektorganisasjonen](#).

For at mottaker skal få kunnskap og eierskap til prosjektets usikkerhet, må informasjon formidles på en lettfattelig og forståelig måte. Det er viktig å huske at avsenderen er “spesialist” på usikkerhetsledelse, noe mottakeren ikke er. Mottakere på ulike nivåer vil da også ha behov for ulik informasjon. Det anbefales å benytte enkle grafiske fremstillinger i presentasjonen og unngå kompliserte statistiske data. Prosessleder, eller prosjektleder, er ansvarlig for å presentere og formidle resultatene.

Hvilken fase prosjektet er i, og formålet med [usikkerhetsanalysen](#), er avgjørende for hva slags informasjon som skal presenteres og hvem som er mottakere av informasjonen. På bakgrunn av punktene ovenfor kan følgende presentasjoner være relevante:

- Presentasjon av resultater for deltakere i prosessen
- Presentasjon av resultater for ansvarlige over prosjektet
- Presentasjon av resultater for prosjektets øvrige medarbeidere, eventuelt aktører utenfor prosjektet som kan ha innvirkning på prosjektets eksterne [usikkerhet](#)

Kapittel 12 Teknikker for tiltaksplanlegging

12.1 Identifisering av tiltak

Når prosjektets [usikkerhet](#) er vurdert, må aktuelle måter å håndtere usikkerheten på identifiseres, evalueres og velges.

Prioritetslisten over [usikkerhetselementene](#), som ble utarbeidet i analysetrinnet, legges til grunn når en skal vurdere hvor det kan være hensiktsmessig å gå inn med tiltak for å utnytte [muligheter](#) og redusere [risiko](#).

Først må tiltak identifiseres, og aktuelle måter å håndtere usikkerhet på evalueres og velges. I utgangspunktet skal det identifiseres tiltak for alle kritiske usikkerhetselementer. En strukturert [prosess](#), i tillegg til prosjektpersonell med evne til å tenke nytt, er nøkkelord for å nå dette målet.

[Styrbarhet](#) er et viktig element. Noen usikkerhetselementer kan påvirkes med enkle tiltak, mens andre ikke kan påvirkes i det hele tatt. Det er viktig å skille mellom usikre forhold ut fra hvilken grad en kan påvirke informasjonsgrunnlaget, [sannsynlighet](#) for [hendelse](#) eller redusere negative/øke positive [konsekvenser](#).

Dette må videreføres i en prioritering av tiltakene, som må oppsummeres i en tiltaksplan. Planlegging av tiltak mot usikkerhet må:

- Være kostnadseffektiv i å møte utfordringen
- Gjennomføres i rett tid for å lykkes
- Være realistisk innen prosjektets rammer
- Være omforent med alle de involverte parter
- Sikre at tiltakene eies av en ansvarlig person

Valg av de beste tiltakene blant flere muligheter er ofte påkrevd.

12.2 Teknikker og verktøy for tiltaksplanlegging

Flere strategier for tiltak mot usikkerheter er tilgjengelige. Den strategi som har den største sannsynlighet for å være effektiv bør velges for hver usikkerhet. Deretter bør en utvikle spesifikke aksjoner for iverksetting av strategien.

Målene med å gjennomføre tiltak mot de analyserte usikkerhetene deles inn i følgende fire grupper:

- **Utnytte muligheter:** Det er ønskelig å utnytte de muligheter som byr seg, og ikke bare fokusere på å eliminere risikoen i prosjektet.

- **Redusere risiko:** Ved å benytte denne teknikken søker en å redusere sannsynligheten og/eller konsekvensene av et ufordelaktig usikkerhetselement ned til et akseptabelt nivå. Reduksjon av usikkerhet kan ta form av iverksetting av en annen løsningsmetode som kan redusere problemet – for eksempel, anvendelse av en mindre kompleks prosess, gjennomføring av flere tester eller valg av en mer solid leverandør.
- **Akseptere usikkerhet:** Den mest vanlige måten å håndtere aksept av usikkerhet på er å etablere en avsetning/buffer i tidsplan og et påslag for usikkerhet i kostnadsestimatet. Avsetningens størrelse avhenger av hvor usikkerhet prosjektet er.
- **Overføre usikkerhet:** Overføring av usikkerhet er å søke å legge konsekvensene av en usikkerhet på en tredjepart sammen med eierskapet av tiltaket mot usikkerheten. Overføring av usikkerheten gir kun den andre part ansvar for håndtering av den, usikkerheten elimineres ikke.

Plan for tiltak mot usikkerhet bør beskrives til detaljnivå hvor tiltakene tas. Den bør inneholde noen eller alle av de følgende:

- Identifiserte usikkerhetselement
- Eiere av usikkerheter og ansvarlig for disse.
- Omforente tiltak inkludert hva som skal gjøres med hver enkelt av usikkerhetene, det vil si om de skal aksepteres, reduseres, overføres eller utnyttes.
- Hvilket nivå restusikkerheten vil ligge på etter implementering av strategien.
- Spesifikke aksjoner for å iverksette den valgte tiltaksstrategi.
- Budsjett og tidspunkter for tiltak.

12.3 Utarbeidelse av tiltaksplan

Tiltakene skal kontinuerlig følges opp slik at prosjektet raskest mulig kan få kontrollen over kritisk usikkerhet. De skal derfor inngå som en del av prosjektets prioriterte aktiviteter, og legges inn i prosjektets etablerte rutiner for oppfølging.

Tiltaksplanen skal inneholde tiltak med intern ansvars plassering og tidsfrist for gjennomføring. Tiltakene skal deretter integreres i prosjektplanen under de respektive aktiviteter eller delprosjekter der de hører hjemme, med fordeling av ressurser (tid og kostnader). Det er viktig å gjøre tiltaksplanen enkel da det viktigste er at tiltakene lar seg gjennomføre og blir gjennomført. Ansvar for usikkerhetsledelsen i prosjektet hviler på prosjektleder. Prosjektleder følger opp tiltakets gjennomføring, rapportering og evaluering på lik linje med andre aktiviteter og tiltak. På samme måte som andre aktiviteter i prosjektplanen bør ansvaret for gjennomføring legges på personnivå.

En del av usikkerhetstiltakene i tiltaksplanen vil vanligvis naturlig høre hjemme under enkelte delprosjekter. For disse tiltakene har delprosjektlederne ansvaret for å følge opp tiltakene og integrasjon av disse i delprosjektplanen. Det er prosjektet og dets styringsorganer/personer som eier og må lede usikkerheten gjennom oppfølging av tiltak.

Et viktig aspekt er også å fordele eierskap og ansvar for usikkerheten i prosjektet mellom prosjektets ulike interessenter, blant annet [prosjekteier](#) og eksterne leverandører. Sentralt i denne sammenheng er organisasjonens politikk i forhold til usikkerhet, da dette vil prege blant annet valg av kontraktsstrategi.

12.3.1 Eksempel

Nedenfor presenteres et eksempel på en tiltaksplan og oppfølgingen av denne. Tabellen nedenfor viser en svært enkel tiltaksplan.

Nr	Tiltak	Nr	Hendelse	Ansvar	Frist
1	Påvirke beslutningstakere	4	Sentrale beslutninger tas ikke i tide	PL	01.05
2	Vurdere ytelseskrav mot reelle behov	1	Større endringer i funksjonelle krav	PL	01.09
3	Foreta tester av delkomponenter i utviklingsarbeidet	3	Systemene tilfredsstiller ikke krav til ytelse i testfasen	PL	01.05
4	Senke krav og bruke hyllevare	5	Arbeidsomfang	PL	01.03
5	Innhente ytterligere informasjon fra leverandør	6	Prisusikkerhet	MS	01.10
6	Øke fokus på plan og omfang	7	Tidsusikkerhet	DPL	01.12

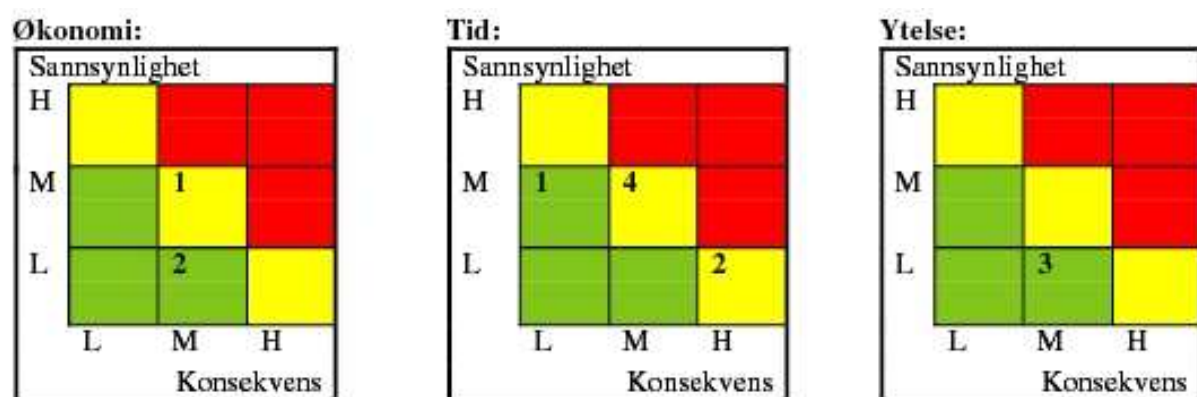
Figur 12.1 Eksempel på tiltaksplan

Tiltakene forventes å ha følgende effekt på usikkerhetenes sannsynlighet (S) og konsekvens for målene økonomi (Ø), tid (T) og ytelse (Y):

Nr	Hendelse med sannsynlighet og konsekvens før tiltak	S	-	T	Y
1	Ønske om endringer i funksjonelle krav underveis	M	H	H	
2	Endring i politisk prioritet kan medføre midlertidig stans av prosjektet	L	M	H	
3	Systemene tilfredsstiller ikke krav til ytelse i testfasen	M			H
4	Sentrale beslutninger tas ikke i tide	H		H	
Nr	Hendelse med sannsynlighet og konsekvens etter tiltak	S	-	T	Y
1	Ønske om endringer i funksjonelle krav underveis	M	M	L	
2	Endring i politisk prioritet kan medføre midlertidig stans av prosjektet	L	M	H	
3	Systemene tilfredsstiller ikke krav til ytelse i testfasen	L			M
4	Sentrale beslutninger tas ikke i tide	M		M	

Figur 12.2 Sannsynlighet og konsekvens for usikkerhetene før og etter tiltak

Usikkerhetene plottes på nytt i kritikalitetsmatriser for hvert mål, nå ut i fra forventet sannsynlighet og konsekvens etter at tiltak er gjennomført:



Figur 12.3 Kritikalitetsmatrise etter tiltak

Vi får dermed følgende prioritetsliste for usikkerhetene før og etter tiltak.

Nr	Hendelse	Før tiltak	Etter tiltak
4	Sentrale beslutninger tas ikke i tide	Kritisk	Betydelig
1	Større endringer i funksjonelle krav	Kritisk	Betydelig
3	Systemene tilfredsstiller ikke krav til ytelse i testfasen	Betydelig	Neglisjerbar
2	Endring i politisk prioritet kan medføre midlertidig stans av prosjektet	Neglisjerbar	Neglisjerbar

Figur 12.4 Forventet kritikalitet for usikkerheter før og etter tiltak

Resultatene viser at man forventer å ha to usikkerheter med [kritikalitet](#) betydelige, og to usikkerheter med kritikalitet neglisjerbar i prosjektet etter tiltak. Situasjonen før tiltak var tre kritiske usikkerheter og en med kritikalitet betydelig.

Restusikkerhet er det som blir igjen etter at en har iverksatt tiltak for utnyttelse, reduksjon eller overføring.

Litteratur

- Aspelund, Thomas og Plünnecke, Truls. 1996. *Usikkerhet som styringsparameter. Håndtering av usikkerhet i prosjekter*. Trondheim: NTNU
- Austeng, Kjell. 2001. "Usikkerhetsanalyse i prosjekt". *Prosjektledelse nr 2-2001*. Norsk forening for prosjektledelse,
- Bekkeheien, Paal et al. 1996. *Usikkerhet – fremtidens styringsparameter i prosjekter?* Trondheim: NTNU
- Berntsen, Stein og Sunde, Thorleif. 2003. *Styring av prosjektporteføljer i Staten*. Trondheim: Concept - programmet
- Blomfeldt, Morten. 1999. *Usikkerhetsanalyser av prosjektgjennomføring*. Trondheim: NTNU
- Clemen, Robert T. 1995. *Making hard decisions: Introduction to Decision Analysis*. Duxbury Press.
- COSO. 2005. *Helhetlig risikostyring – et integrert rammeverk*. Oslo: Norges Interne Revisorers Forening (NIRF).
- Finansdepartementet. 2003. *Veiledning til styringsdokument*. Utarbeidet av de eksterne kvalitetssikringsfirmaene.
- Fisher, Gene, Harvey. 1974. *Cost considerations in Systems Analyses*. American Elsevier Publishing Company.
- Hetland, Willy, m fl. 1993. *Praktisk prosjekt ledelse-teoretisk grunnlag*. Norsk forening for prosjektledelse.
- Husby, Otto m fl. 1999. *Usikkerhet som gevinst*. Norsk senter for prosjektledelse.
- Høyland, Arnljot. 1979. *Sannsynlighetsregning og statistisk metodelære*. Trondheim: Tapir
- Karlsen, Jan Terje. 1998. *Mestring av omgivelsesusikkerhet. En empirisk studie av prosjekter*. Trondheim,: NTNU
- Karlsen, Jan Terje. 2001. *Håndtering av prosjektets interessenter; en studie av hvilke utfordringer og problemer prosjekter møter. Praktisk rapport*. Calgary, Canada: Handelshøyskolen BI
- Klakegg, Ole Jonny. 2003. *Felles begrepsapparat*. Trondheim: Concept - programmet
- Koch, Richard. 2000. *80/20 Prinsippet*. Bokklubben bedre ledelse.
- Lichtenberg, Steen. 2000. *Proactive Management of Uncertainty using the Successive Principle*. Polyteknisk Press.
- Samset, Knut. 2001. *Prosjektvurdering i tidligfasen*. Senter for Statlig Økonomistyring. 2005. *Risikostyring i Staten. Håndtering av risiko i mål- og resultatstyringen*. Oslo
- Torp, Olav. 1996. *Usikkerhet som styringsparameter ved prosjektgjennomføring*. Trondheim: NTNU

Vedlegg E Terminologi

Akseptere usikkerhet	Å velge ikke å gjøre noe med usikkerheten. Dette kan gjøres ved at man tar høyde for at den kan påvirke prosjektet gjennom økt kostnadsramme og/eller flyt i tidsplanen .
Basiskostnad	Sum av grunnkalkyle og uspesifisert. Komplette kostnad for alle konkrete poster.
Effektmål	Beskriver hvorfor prosjektet skal gjennomføres, med utgangspunkt i behov.
Eierskap til usikkerhet	Ansvar for tiltak og oppfølging knyttet til usikkerhetslementer
Ekstern usikkerhet	Usikkerhet som skyldes forhold utenfor prosjektet
Ekstrem usikkerhet	Usikkerhet som kan påvirke prosjektet, hvor sannsynligheten for at hendelsen inntreffer er meget liten og videre konsekvensen av usikkerhetslementet vil være stort for prosjektet.
Estimatusikkerhet	Estimatusikkerhet er usikkerhet som skyldes at man ikke har all informasjon om prosjektet tilgjengelig, og man må derfor gjøre forutsetninger, eller antakelser, for å kunne planlegge. Denne type usikkerhet er ”kontinuerlig”, det vil si at resultatet kan forventes å bli en av verdiene innenfor ett kontinuerlig utfallsrom .
Forventningsverdi	Forventningsverdien er x-verdien til tyngdepunktet av sannsynlighetstettheten (”gjennomsnittsverdi”).
Forventede tillegg	Det forventede kostnadsbidraget fra estimatusikkerhet og hendelsesusikkerhet. Potensialet for forventede tillegg er normalt størst i tidlig fase av prosjektet, og minker etter hvert som prosjektet utvikles.
Forventet kostnad	Summen av basiskostnad og de forventede tilleggene. Uttrykker den statistisk forventede kostnaden for prosjektet.
Grunnkalkyle	Den deterministiske summen av sannsynlig kostnad for alle spesifiserte, konkrete kalkyleelementer (kostnadsposter) på analysetidspunktet.
Hendelse	Hendelser påvirker prosjektet med en sannsynlighet og tilhørende konsekvens . Hendelser har altså kun to utfall, enten inntreffer de eller så inntreffer de ikke. Inntreffer de har de en konsekvens på prosjektets mål (positiv eller negativ), inntreffer de ikke har de ikke en konsekvens på prosjektets mål.
Intern usikkerhet	Usikkerhet som blir påvirket av interne forhold i prosjektet.

Kostnadskontrakt	Oppdragsgiver betaler leverandørens virkelige kostnader ved gjennomføring av prosjektet, altså timer, materialer og utstyr, og i tillegg et påslag for administrasjon og profitt.
Kostnadsramme	Summen av forventet prosjektkostnad og avsetning for usikkerhet. Kostnadsrammen definerer hvor stor finansiering som er satt av for å gjennomføre prosjektet. Prosjektet har bare én kostnadsramme.
Kritikalitet	En usikkerhet klassifiseres som kritisk, betydelig eller neglisjerbar. Dette betegnes som usikkerhetens kritikalitet.
Kritikalitetsmatrise	Hendelsesusikkerheter plasseres i en kritikalitetsmatrise på bakgrunn av hendelsens sannsynlighet og konsekvens .
Kritisk sti, kritisk vei	Sammenhengende kjede av kritiske aktiviteter fra start til slutt i prosjektet. En forsinkelse i én av disse aktivitetene gir en forsinkelse av prosjektet.
Kvalitativ usikkerhetsanalyse	Gjennomføring av en kvalitativ analyse av usikkerheter og betingelser for å prioritere deres påvirkning på prosjektets målsettinger. Dette innebærer en vurdering av usikkerhetenes sannsynlighet og innvirkning og benyttelse av metoder, slik som kritikalitetsmatrisen, for prioritering og planlegging av tiltak mot de største usikkerhetene.
Kvantitativ usikkerhetsanalyse	Måling av sannsynlighet og konsekvenser av usikkerheter og estimering av deres betydning for prosjektets målsettinger. Usikkerheter karakteriseres ved hjelp av sannsynlighetsfordelinger for ulike utfall (S-kurver og usikkerhetsprofiler). Denne prosessen benytter kvantitative teknikker slik som Monte Carlo simulering og beslutningstreanalyse.
Mest sannsynlig verdi	Den verdien som oppstår hyppigst av et sett med verdier
Muligheter	Positiv konsekvens av usikkerhet
Overføre usikkerhet	Ansaret for usikkerhet blir overført fra en part til en annen. Dette skjer typisk gjennom en kontrakt.
Overvåking av usikkerhet	Usikkerhetselementer som ikke er tilstrekkelig betydningsfulle til at det beslutes å ta aksjon, kan man overvåke for å se om status endrer seg, slik at man må ta aksjon eller at usikkerhetselementet blir ubetydelig.
PERT	(Program Evaluation and Review Technique) Teknikk for nettverksplanlegging som arbeider med stokastiske anslag for aktivitetens varighet
Pessimistisk verdi	Dårligst tenkelig utfall av en usikker parameter.
Plan for usikkerhetsledelse	Er en del av prosjektplanen og beskriver hvordan usikkerhetsledelsen skal gjennomføres i prosjektet.

Prosjektstruktur	Bryter prosjektet ned i delprosjekter, arbeidspakker og aktiviteter. Beskriver arbeidsomfang og avgrensninger.
Priskontrakt	Leverandør tar på seg ansvaret for å gjennomføre prosjektet i henhold til kravdokumentet til en fast pris.
Prosjektplan	Et formelt godkjent dokument som benyttes både til å veilede prosjektgjennomføringen både på eiernivå og utførendenivå. Den primære bruken av prosjektplanen er å dokumentere forutsetning og beslutninger, lette kommunikasjon mellom interessenter, og dokumentere den godkjente omfangs-, kostnads- og tidsmessige styringsbasis. En prosjektplan kan være overordnet eller detaljert.
Prosjekteier	Oppdragsgiver til prosjektet.
Prosjektorganisasjon	En midlertidig organisasjon som er opprettet for å gjennomføre et prosjekt.
Prosjektreserve	Midler tilgjengelig som kan benyttes på endringer som ligger utenfor prosjektets forutsetning
Restusikkerhet	Den kostnad som usikkerheten potensielt kan medføre ut over kostnadsrammen. Det er ikke mulig å nå 100 % sikkerhet mot overskridelse.
Resultatmål	Mål som sier hvilke resultater som skal være oppnådd når prosjektet er ferdig (ytelse, tid og kostnad).
Risiko	Risiko er negative konsekvenser av usikkerhet.
Risikoanalyse	En beslutningsstøttemetode som identifiserer risikofaktorer og evaluerer den totale prosjektrisikoen.
Sekundærusikkerhet	Oppstår som direkte følge av et tiltak mot usikkerhet. Disse bør identifiseres og tiltak planlegges på lik linje med de andre usikkerhetene.
Standardavvik	Det mest brukte målet på spredning eller usikkerhet i en sannsynlighetsfordeling.
Styrbarhet	Mulighet til å påvirke sannsynlighet eller konsekvens for et usikkerhetselement eller usikkerhetsområde .
Styringsgruppe	Gruppe som blant annet representerer prosjektets eier og som har besluttende myndighet for prosjektet.
Styringsramme	Den kostnadsrammen den budsjettansvarlige har til disposisjon for å gjennomføre oppgaven.
Styringsmål	Den målkostnad som defineres for en konkret, styrbar oppgave eller arbeidspakke. Den ansvarlige for oppgaven eller arbeidspakken skal styre gjennomføringen mot dette kostnadsmålet.

Systematisk usikkerhet	Forhold som påvirker flere eller samtlige prosjekter i et program eller en portefølje samtidig.
Tornado-diagram	Diagram som angir spredning, det vil si avstand mellom pessimistisk og optimistisk verdi på den enkelte aktivitet/estimat.
Tre-punktsestimater	Estimat som angir tre verdier på i vårt tilfelle estimatusikkerhet . Disse er mest positiv (optimistisk), mest negativ (pessimistisk) og mest sannsynlig verdi (planlagt).
Usikkerhet	Differansen mellom den informasjon som er nødvendig for å ta en sikker beslutning og den tilgjengelige informasjon. Består av positiv usikkerhet (muligheter) og negativ usikkerhet (risiko).
Usikkerhetsanalyse	Systematisk fremgangsmåte for å beskrive og/eller beregne usikkerhet.
Usikkerheter	Forhold som bidrar til usikkerhet. De kan enten kategoriseres som generelle usikkerheter med et utfallsrom (eksempelvis ”kvalitet på RFP/plangrunnlaget” eller ”respons fra markedet”) eller som konkrete hendelser som hvis de inntreffer har en konsekvens (eksempelvis ”GFE leveres ikke som avtalt” eller ”prosjektleder skifter jobb innen jul”).
Usikkerhetskultur	Hvilken holdning prosjektet har til usikkerhet.
Usikkerhetsmanual	Benyttes for dokumentasjon av resultater og historikk ved kontinuerlig usikkerhetshåndtering internt i prosjekter.
Usikkerhetsrapport	En komprimert rapport for dokumentasjon av de viktigste resultatene fra en usikkerhetsanalyse.
Usikkerhetsledelse	En kontinuerlig aktivitet for å identifisere, analysere og følge opp usikre forhold i prosjektet og gjennomføre forbedringstiltak.
Uspesifisert	Kostnader som man av erfaring vet vil komme, men som ikke er kartlagt på grunn av manglende detaljeringsgrad.
Usystematisk usikkerhet	Forhold som påvirker et enkelt prosjekt, uten at dette påvirker sannsynligheten for at tilsvarende forhold vil opptre i andre prosjekter.
Utfallsrom	Mengden av alle mulige utfall for estimatet.
Varsians	Et mål for spredningen eller usikkerheten i en sannsynlighetsfordeling.

Vedlegg F Sjekklistor for identifisering av usikkerhet

Interne usikkerheter

Kontrakt

- Ikke klart definerte ansvarsområder mellom aktører
- Uklar kravspesifisering
- Definisjon av arbeidsomfang
- Forståelse av arbeidsomfang, ansvar og roller mellom parter
- Fordeling av [usikkerhet](#) leverandør/ [oppdragsgiver](#)
- Kontraktspris versus arbeidsomfang – realisme
- Milepæler i kontrakt avviker fra milepæler i prosjektplan
- Kontraktsforpliktelser versus budsjett
- Krav til prosjektstyring og rapportering av fremdrift
- Mulige kontraktsendringer underveis
- Oppfølging av kontrakt - oppdragsgiver
- Mulige insentivordninger
- Ikke spesifisert systemansvar

Organisasjon

- Kompetanse og erfaring
- Prosjektleder og prosjektlederansvar
- Uklar allokering av ansvar i prosjektet og over prosjektet
- Engasjement fra prosjekteiere og -ansvarlige
- Beslutninger fattes ikke i tråd med prosjektplan og direktiver
- Rutiner for prosjektledelse og –styring blir fulgt
- Bruk av konsulenttenester ved behov for ekstern ekspertise
- Kvalitetssikring
- Motivasjon og insentiver
- Stor rullering av personell i prosjektperioden
- Utilstrekkelig bemanning (antall, kompetanse)
- Koordinering mellom ulike nivåer
- Produktivitet

Prosjektledelse

- Prosjektets mål er uklare
- Arbeidsomfang og brukerbehov
- Prosjektplan – realisme
- Kostnadsestimat – realisme
- Innkjøp og kontrakt – rutiner og ansvar
- Usikkerhetsledelse
- Rapportering av fremdrift i og over prosjektet
- Revisjoner - endringer
- Prosjektstyring
- [Metoder](#), verktøy og rutiner
- Mangelfull kontroll

Kommunikasjon og samarbeid

- Internt
- Eksternt mot leverandører
- Andre interessenter; media, interesseorganisasjoner etc
- Dårlig atmosfære mellom involverte parter i prosjektet
- Nødvendig tilrettelegging for drift gjøres ikke i tide

Teknologi

- Teknologiske nyvinninger
- Kompleksitet
- Integrasjon med eksisterende løsninger og andre prosjekter
- Reservedeler og deler med lang leveringstid
- Konkurransen mellom leverandører
- Ytelse (f eks kvalitet, produksjonshastigheter, pålitelighet)
- Design (f eks datakvalitet, erfaringsnivå, inkompetanse, spesifikasjonsnøyaktighet, endringer, uoverensstemmelse med mulige produksjonsmetoder)
- Størrelse og omfang

Eksterne usikkerheter

Politisk/Offentlige myndigheter/Lov

- Lovendringer
- Endring i politiske føringer (press fra ulike interessegrupper, endret politisk ledelse)
- Endring i politiske føringer grunnet endret politisk ledelse

- Endringer i statlige budsjettrutiner for investeringsprosjekter
- Endrede lover og regler fra utenom nasjonale instanser; EU, NATO etc
- Sentrale beslutninger blir ikke tatt til riktig tid
- Føringer for leverandørvalg
- Reguleringer vedrørende produksjons-/designstandarder
- Lisenser
- Patentrettigheter
- Prisreguleringer
- Force Majeure
- Rettssaker

Økonomi/marked/leverandører

- Endrede rammebetingelser
- Konkurransesituasjonen, endrede priser
- Valutakurser
- Tilgjengelighet og kostnad på materialer, tilbud og etterspørsel
- Inflasjon, oljepriser, makroøkonomi Norge – Utlandet
- Gjenkjøpsavtaler
- Leveranser fra leverandører/underleverandører
- Kulturelle forskjeller (forretningsmessige og menneskelige)

Ekstreme sikkerheter

- Naturkatastrofer (flom, orkan, jordskjelv mv)
- Terrorhandlinger
- Sabotasje, vandalisme
- Miljøkatastrofer, utslipp
- Ulykker
- Langvarig sykdom
- Korrupsjon
- Radikale endringer i militære operasjonskonsepter

ISBN 978-82-997791-0-4 (pdf)