

Olav Torp, Frode Drevland og Kjell Austeng

Prosess for kostnads- estimering under usikkerhet



CONCEPT TEMAHEFTE **NR. 6**

Om forfatterne:

Forfatterne av dette temaheftet har over mange år hatt undervisnings- og forskningsstillinger ved NTNU, institutt for bygg, anlegg og transport. Forfatterne har over disse årene deltatt i utvikling av metoder og verktøy for usikkerhetsanalyse og –styring knyttet til investeringsprosjekter. De har også samlet ledet og deltatt i et stort antall usikkerhetsanalyser. Dette temaheftet bygger på den samlede kunnskap og erfaring forfatterne har opparbeidet over mange år når det gjelder gjennomføring av usikkerhetsanalyser. Det er i temaheftet vektlagt å presentere prosessen for kostnadsestimering under usikkerhet på en enkel og praktisk måte

Olav Torp, Frode Drevland og Kjell Austeng

Prosess for kostnadsestimering under usikkerhet

Utgitt av Ex Ante forlag

Trondheim, oktober 2015

ISBN: 978-82-93253-45-7 (papirversjon)

ISBN: 978-82-93253-46-4 (nettversjon)

Rettighetene til innholdet i dette skrevet er forfatternes. Heftet er utgitt med støtte fra forskningsprogrammet Concept.

Adresse:

Concept-programmet, NTNU

Høgskoleringen 7A

7491 TRONDHEIM

Informasjon om Concept-programmet: www.ntnu.no/concept



Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Overordnet om prosessen	5
2.1	Hovedhensikten med prosessen	5
2.2	Faste forutsetninger i et kostnadsestimat	5
2.3	Estimatstruktur	6
2.4	Prosessforløp	7
2.5	Rollene	8
3	Forberedelser	9
3.1	Grupesammensetning	9
3.2	Faglige forberedelser	10
3.3	Praktiske forberedelser	11
3.4	Deltakerforberedelser	12
4	Gjennomføring av estimeringsprosessen	13
4.1	Oppstart	13
4.2	Identifisering av usikkerhetsfaktorer	15
4.3	Normalforutsetninger for usikkerhetsfaktorer	18
4.4	Vurdere og tallfeste kostnadsbærere	19
4.5	Vurdere og tallfeste usikkerhetsfaktorer	21
4.6	Vurder samvariasjon	21
4.7	Vurder resultat	23
4.8	Raffiner	24
4.9	Råd på veien	25
5	Etterarbeid og rapport	26
6	Praktiske retningslinjer for estimatarbeid	28
6.1	Oppbygging av estimatstruktur	28
6.2	Prosessledelsens roller og oppgaver	29
6.3	Bruk av eksisterende grunnkalkyler	31
6.4	Håndtering av hendelser	32
6.5	Fallgruver i estimeringsprosessen	34
7	Resultater	36
8	Oppsummering	38
	Vedlegg	40
	Vedlegg A - Eksempel på agenda for gruppesamling	41
	Vedlegg B - Eksempel på innhold planleggingsnotat	42
	Vedlegg C - Eksempel på innhold estimatrapport	43
	Vedlegg D - Eksempel på skjema for usikkerhetsfaktor	44
	Vedlegg E - Eksempel på skjema for kostnadsbærer	45

Figurliste

Figur 1: Estimatstruktur	7
Figur 2: Overordnet prosess for kostnadsestimering under usikkerhet.....	7
Figur 3: Situasjonsskart	14
Figur 4: Usikkerhetsfaktorer.....	15
Figur 5: Idedugnadsmatrise.....	17
Figur 6: Skjema for beskrivelse og kvantifisering av usikkerhetsfaktorer	
Figur 7: Inngangsdata til tripplestimat	20
Figur 8: Konsekvens av oppdeling av estimatelementer.....	21
Figur 9: Andel av usikkerhet målt i standardavvik som forsvinner hvis samvariasjon ikke tas hensyn til.....	22
Figur 10: Tilnærminger til nedbrytning av kostnadsoverslag	28
Figur 11 Riskomatrise.....	33
Figur 12: S-kurven	36
Figur 13: Usikkerhetsprofil	37

1 Innledning

Et prosjekt er et tiltak som har karakter av et engangsforetagende med et gitt mål og avgrenset omfang, som gjennomføres innenfor en tids- og kostnadsramme. Det kan være alt ifra å gjennomføre offentlige investeringer i milliardklassen til at en skal pusse opp badet hjemme. En sentral del av planleggingen av et prosjekt er å beregne hva prosjektet kommer til å koste. En prognose for de totale kostnadene for prosjektet kalles et kostnadsestimat. Det at det er en prognose tilsier at det er en tilnærmet beregning og at det er usikkerhet knyttet til kostnadsestimatet.

En mye brukt definisjon på usikkerhet er mangel på viten. Usikkerhet knyttet til kostnadene for et prosjekt kan altså sies å være karakterisert ved mangel på viten, både om omfang og om hva de enkelte aktiviteter kan komme til å koste. Usikkerheten kan slå ut både positivt og negativt for prosjektets kostnader. De positive utfall av usikkerhet kaller vi muligheter og de negative kaller vi risiko.

Når vi mangler viten, er det ikke mulig under planleggingen av prosjektet å estimere eksakt hvor mye et prosjekt kommer til å koste når det er ferdig. I kostnadsestimering under usikkerhet tar en inn over seg at prosjektet er usikkert. De grunnleggende prinsippene for å gjøre denne typen kostnadsestimering er beskrevet i Concept Temahefte nr. 4 *Kostnadsestimering under usikkerhet*. Dette temaheftet er en oppfølging til nr.4, og tar for seg hvordan man i praksis kan gå frem for å utarbeide slike estimat.

Målet med temaheftet er på en enkel måte å presentere en prosess for kostnadsestimering under usikkerhet. Målgruppen for temaheftet er alle som er ansvarlig for et prosjekt og som har behov for å lage et kostnadsestimat for prosjektet sitt. Prosessen som presenteres her er velegnet for bruk på både små og store prosjekter, men arbeidsomfanget i prosessen vil naturlig nok være forskjellig. En investering i milliardklassen krever en mye mer omfattende prosess enn en oppussing av et bad. Usikkerhetsanalyse vil være relevant å gjennomføre på alle stadier av et prosjekt. I tidligfase vil estimatene typisk være på et veldig overordnet nivå, mens etter at prosjektet er ferdig prosjektert vil det typisk foreligge en ferdig utarbeidet grunnkalkyle som usikkerhetsanalysen tar utgangspunkt i. Det er flere ulike tilnærminger til hvordan man kan gjennomføre prosessen. Vi beskriver i dette temaheftet en prosess som vi, basert på vår erfaring, anser å være god praksis på området.

Strukturen på temaheftet følger i hovedsak gangen i en prosess for kostnadsestimering under usikkerhet. Først presenteres noen overordnede temaer i kapittel 2. Kapittel 3, 4 og 5 følger hovedstegene i en estimeringsprosess. Kapittel 6 gir noen praktiske retningslinjer på utvalgte temaer. Kapittel 7 viser og diskuterer resultatene fra prosessen.

2 Overordnet om prosessen

I dette kapitlet presenterer vi en overordnet modell for en prosess for kostnadsestimering under usikkerhet, samt at vi diskuterer noen sentrale tema som er greit å vite noe om før vi går mer detaljert inn i prosessen. Det er lagt vekt på å beskrive en generell modell som er uavhengig av når i prosjektet kostnadsestimeringen gjøres og uavhengig av hva slags hensikt en har med estimatet. På overordnet nivå deler man prosessen inn i tre faser, forberedelser, selve estimatsamlingen og etterarbeid.

Prosesen slik den er presentert i dette temaheftet gjelder for prosjekter av en viss størrelse. For mindre prosjekter vil prosessen følge de samme hovedstegene og de samme grunntankene, men den vil kunne være vesentlig forenklet i forhold til det som er beskrevet i dette temaheftet.

2.1 Hovedhensikten med prosessen

Hovedhensikten med en prosess for kostnadsestimering under usikkerhet er å få frem et mest mulig dekkende bilde over kostnader og usikkerhet knyttet til kostnadene for et prosjekt. Det som kjennetegner gode kostnadsestimat er at «alle» forhold har vært vurdert, og at mulige virkninger av disse forholdene er kvantifisert og, etter beste skjønn, tatt inn i kostnadsestimatet. Dette betyr at blant annet forhold som mangler i plangrunnlaget, mulige politisk baserte pålegg, miljøforhold og lignende er tatt hensyn til, og at kostnadene knyttet til mulige planendringer er tatt inn i estimatet. Det samme gjelder forhold som prosjektforelskelse, markedssvingninger og organisatoriske forhold. Usikkerhet eksisterer i prosjektet uavhengig av hvordan vi velger å gjennomføre prosess for estimering, uavhengig av hvilke metoder vi bruker, og uavhengig av hvilke forutsetninger vi bygger våre kostnadsestimat på. Det er viktig å innse på at usikkerhet ikke kan forutsettes vekk.

2.2 Faste forutsetninger i et kostnadsestimat

Et kostnadsestimat er basert på noen forutsetninger, spesielt med hensyn på hva prosjektet består av (omfang), hvordan prosjektet skal gjennomføres (metode) og hvilket prisnivå kostnadene regnes i. Vi skiller mellom faste forutsetninger og estimatforutsetninger.

Faste forutsetninger bør begrenses til et fåtall sentrale forutsetninger som hele estimatet bygger på. Hvis disse forutsetningene endres vil det være en annen situasjon og estimatet gjelder ikke lenger. Ofte er dette rammebetingelser som er lagt for prosjektet og som ikke skal endres underveis. Estimatformutsetninger er forutsetninger en må gjøre for å kunne estimere kostnader på kostnadsbærere, men som det fortsatt er usikkerhet knyttet til. Usikkerheten kan ikke forutsettes bort og usikkerheten i estimatforutsetningene tas derfor inn i estimatet.

Noen ganger ser vi estimater hvor det er introdusert mange faste forutsetninger. Dette kan være en blanding av mer eller mindre løse lovnader eller antakelser. Noen forutsetninger kan sågar være basert på ren ønsketenkning. Når en begynner å se på disse forutsetningene, vil det være usikkerhet knyttet til mange av dem. Hvis det er tvil under estimeringsprosessen om

at forutsetningen vil holde gjennom hele prosjektet, samtidig som at ingen har gitt troverdige lovnader om eventuelt å plukke opp regningen hvis forutsetningen endres, må dette behandles som estimatforutsetninger, og usikkerheten i forutsetningene legges inn i estimatet.

Utfordringen med urealistiske forutsetninger kan observeres i praksis i prosjekter. Urealistiske forutsetninger, som endres underveis i prosjektet, medfører typisk en stor økning i kostnadsestimatene i løpet av planleggings- og byggeperioden, etter hvert som forutsetningene viser seg ikke å holde. Årsaken til at slike forutsetninger introduseres trenger ikke være verken dårlig estimeringsmetodikk eller estimeringsprosess. Årsaken finner en ofte i måten estimeringsoppdragene mer eller mindre formelt er formulert på. Mange kostnadsestimat for prosjekter, selv i de tidligste faser, er basert på tanken om å estimere kostnaden for det bestemte prosjektet vi har planer for så langt. Vår mening er at oppdraget heller burde vært å fremstille et mest mulig dekkende estimat og usikkerhetsbilde for hva prosjektet faktisk kommer til å koste til slutt, uavhengig av hva som er planlagt frem til nå. Det siste tar inn over seg det faktum at forutsetningene rundt prosjektet endrer seg med tiden, og at alle endringene som følger av at behov, krav, forventninger og toleranser endres i prosjektperioden alltid fører til omfangsendring og at sluttresultatet blir noe annet enn det vi planlegger i dag.

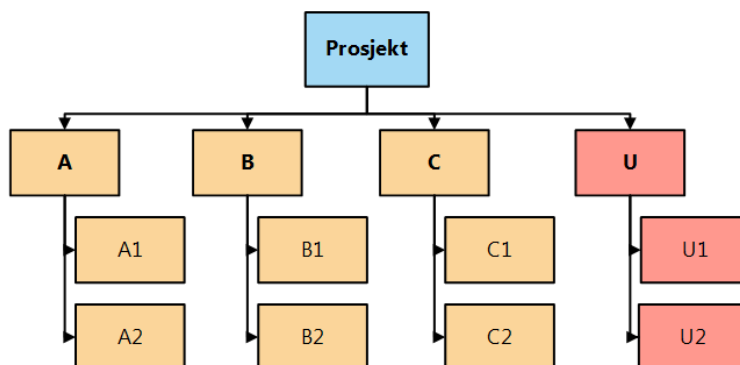
2.3 Estimatstruktur

Når en skal estimere kostnadene til et prosjekt, er man avhengig av en eller annen nedbrytning av kostnadene, en estimatstruktur. Estimatstrukturen kan etableres på mange ulike måter. To hovedprinsipper som brukes er nedenfra-og-opp eller ovenfra-og-ned. Prosessen som er beskrevet i dette temaheftet tar utgangspunkt i at man skal lage et estimat etter prinsippene gitt i Concept temahefte nr. 4 - *Kostnadsestimering under usikkerhet*. Et slikt estimat utarbeides ved bruk av en ovenfra-og-ned tilnærming og består av noen *kostnadsbærere* og et sett *usikkerhetsfaktorer*.

- **Kostnadsbærere** – Prosjektet brytes ned i et sett med enkeltelementer som det kan knyttes kostnader til, gjerne i en hierarkisk struktur. Kostnadsbærere skal estimeres
- **Usikkerhetsfaktorer** - grupper av usikkerhetsdrivere (årsaker til usikkerhet) som skal tas hensyn til i estimatet

Vi bruker *element* når vi snakker om en estimatdel som enten er en kostnadsbærer eller en usikkerhetsfaktor.

Figur 1 viser hvordan et slikt estimat er bygd opp prinsipielt sett. I et reelt estimat kan det typisk være mellom 30 og 100 kostnadsbærere og 10 og 20 usikkerhetsfaktorer. Retningslinjer for hvordan estimatstruktur bør bygges opp i praksis er gitt i kapittel 6.



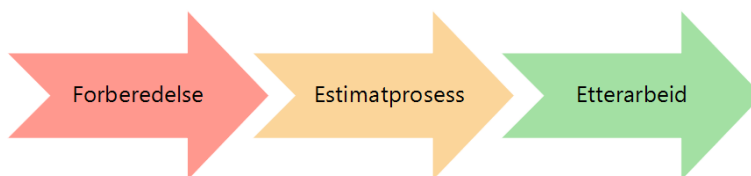
Figur 1: Estimatstruktur

2.4 Prosessforløp

Prosjekter er ofte komplekse og inneholder sammensatte problemstillinger. I en prosess for kostnadsestimering under usikkerhet kreves bred fagkunnskap og erfaring. Det er derfor vanlig å gjennomføre denne typen prosesser som en gruppeprosess der man har med deltakere med ulik kompetanse og erfaring. Gruppas kompetanse og erfaring må i sum dekke de utfordringer som prosjektet omfatter.

En gruppeprosess gir en bredere kunnskap og erfaring, gjør det mulig å balansere forhåndsoppfatninger, gir økt mulighet for kreativitet, og gir meningsbrytninger som er nødvendige for å sikre at «alle» forhold blir vurdert. For å gjøre selve estimeringen i gruppen benyttes subjektive vurderinger basert på kompetente personers fagkunnskap, erfaringer, intuisjon og beste skjønn, gjerne i kombinasjon med bruk av kostnadsdatabaser eller andre erfaringssamlinger i den grad slike finnes.

En tradisjonell prosess for kostnadsestimering under usikkerhet består av en forberedelsesfase, en gjennomføringsfase og etterarbeid, som vist i figur 2.



Figur 2: Overordnet prosess for kostnadsestimering under usikkerhet.

- **Forberedelser** omfatter både praktiske og faglige forberedelser knyttet til prosessen. Et oppstartmøte mellom de sentrale rollene som prosjektleder og prosessleder er en naturlig del av forberedelsene.

- **Estimatprosessen** gjennomføres ofte som en eller flere gruppesamlinger hvor en identifiserer og kvantifiserer kostnader og usikkerheter.
- **Etterarbeid** omfatter det som skjer etter gruppesamlingen og inkluderer ferdigstilling av arbeidet med rapporten og kvalitetssikring av innholdet i rapporten.

Den totale varigheten av en slik prosess vil variere fra prosjekt til prosjekt, og hvilken fase man befinner seg i. Varigheten vil blant annet være avhengig av prosjektets størrelse og kompleksitet samt hvordan selve prosessen organiseres og gjennomføres. I store prosjekt kan hele prosessen ta flere måneder, mens i mindre prosjekt kan prosessen gjøres unna på en uke eller to.

Erfaringer tilsier at det bør settes av god tid til forberedelser. Det bør også settes av god tid til selve gjennomføringen. Settes det av for dårlig tid til samlingene får en ikke nok tid til å identifisere og diskutere de viktige tingene. For prosjekt som er såpass store at de faller innunder Finansdepartementenes KS- ordning bør det minst settes av tre dager. I de aller største prosjektene kan det være nødvendig å ha en gruppe samlet i opptil en uke. Da kan det gjøres kontinuerlig i en uke eller det kan deles opp i flere gruppesamlinger hvis det er vanskelig å samle gruppen så lenge i ett strekk. I et lite prosjekt kan det være at samlingen gjennomføres på en halv dag, eventuelt har en flere samtidige små prosjekter kan man samle en gruppe og gå gjennom flere prosjekt på en dag. Hver av fasene er nærmere beskrevet i de etterfølgende kapitlene.

2.5 Rollene

I gjennomføringen av estimatprosessen er det fire viktige roller som må dekkes:

- **Eier av estimeringsprosessen.** Vil være den som bestiller kostnads- og usikkerhetsanalysen og den som eier resultatene til slutt. Dette kan typisk være prosjektleder eller prosjekteier.
- **Prosessleder** – Ansvarlig for gjennomføringen av analyseprosessen og rapporten med resultatene.
- **Sekretær/datastøtte** – Ansvarlig for dokumentasjon under gjennomføringen av prosessen og generell støtte til prosessleder under forberedelser, gjennomføring og etterarbeid.
- **Ressursgruppe** – Deltakere i prosessen. Ressursgruppen bidrar med sin erfaring og kompetanse til å identifisere usikkerheter og estimere kostnader og usikkerhet.

Mer detaljer om hvilke oppgaver og funksjon de ulike rollene har i hver fase av prosessen finnes sammen med beskrivelsen av fasene som finnes i de følgende kapitlene.

3 Forberedelser

Gode forberedelser er viktig for å få til en vellykket prosess. I forberedelsene legges grunnlaget for å få et godt resultat. En sentral del av forberedelsene omfatter det å få bemannet de viktige rollene prosessleder, datastøtte og ressursgruppe. Faglige forberedelser omfatter gjerne det å lage grunnlagsmateriale, inklusiv et planleggingsnotat som sendes ut til deltakerne. Her samles den sentrale informasjonen om prosjektet som gjør deltakerne i stand til å sette seg inn i prosjektet og forberede seg på det som skal skje i estimatsamlingen. Prosessen må også forbedres praktisk med hensyn på varighet, program og gode lokaler. Erfaringer viser at det lønner seg å starte med forberedelsene tidlig og ikke utsette arbeidet til rett før gruppen skal samles.

Forberedelsene er etter vårt syn den mest undervurderte av fasene i prosessen, og derfor også den fasen hvor forbedringspotensialet per dags dato er størst.

Vi synes å se at forberedelsesfasen generelt sett starter for sent. I utgangspunktet vil alle som har behov for et kostnadsestimat ha den beste prosesslederen og datastøtten, og fremfor alt de mest kompetente deltakerne til ressursgruppen. Dette er travle mennesker og de står følgelig ikke klar på kort varsel. Derfor er det viktig at ressursinnhenting starter i god tid, gjerne to til tre måneder før selve estimatsamlingen.

I tillegg til at tidspress kan gjøre det vanskelig å rekruttere de riktige folkene, kan det også føre til at de man får med seg ikke får frigitt nødvendig tid til å gjøre det forarbeidet som kreves for å yte sitt beste under estimatsamlingen. Forhåndskontakten mellom den som eier estimeringsprosessen, prosessledelsen og ressursgruppen lider også under et nødvendig tidspress, og kan føre til mangler i underlagsmaterialet, mangler i den gjensidige forståelsen av hva som forventes av den enkelte deltaker, og mangler i forhold til arbeidsforholdene for analysegruppen.

3.1 Gruppesammensetning

3.1.1 Finne prosessleder og datastøtte

Det er viktig at prosessleder kommer inn så tidlig som mulig i prosessen. Prosjekteier eller prosjektleder har ansvaret for å finne prosessleder. Bortsett fra i de aller minste prosjektene bør prosessleder være ekstern. Vedkommende kan gjerne være ansatt i samme virksomhet, men det bør unngås å bruke noen som er direkte involvert i prosjektet til daglig. Dette er for å unngå at estimatet blir påvirket av bevisst eller ubevisst innflytelse fra prosessleders side.

Det er også gunstig å få på plass datastøtte så tidlig så mulig. I motsetning til prosessleder er det et mindre problem om denne personen kommer fra prosjektet. Det som imidlertid er viktig er at prosessleder og datastøtte er i stand til å jobbe godt sammen og kommuniserer godt underveis med hensyn på arbeidsfordeling.

3.1.2 Finne ressursgruppe

Prosjektleder, med støtte av prosessleder, har ansvaret for å finne deltakere til ressursgruppen. Ressursgruppen er den viktigste bidragsyter til et pålitelig estimat, og bør være bredt sammensatt med hensyn til bakgrunn, erfaring, kompetanse og personlige egenskaper. Gruppens størrelse og sammensetning vurderes fra prosjekt til prosjekt, men det bør være deltakere både fra prosjektet og utenfor prosjektet.

Nødvendig størrelse på ressursgruppen er avhengig av prosjektets størrelse og karakter. Et stort, komplisert prosjekt krever naturlig nok bredere kompetanse enn et mindre og enklere prosjekt. Av hensyn til prosessen er det viktig at gruppen ikke blir alt for stor. Ideelt sett er det bra hvis gruppen kan begrenses til 5 - 10 deltakere. Dette vil være en blanding av interne ressurser fra prosjektet og eksterne deltakere i forhold til prosjektet. Man kan tilstrebe å få lik fordeling av interne og eksterne deltakere. Personer som ønsker å være med bare for å bli orientert om prosjektet bør henvises til et annet forum.

Det er to forhold som er spesielt viktig når det gjelder gruppens sammensetning. Det første er at ressursgruppen total sett innehar tilstrekkelig kunnskap og erfaring innenfor de områdene som prosjektet omfatter. Det andre forhold er personlige egenskaper og innstilling. Dette ivaretas oftest ved at man søker å få noe spredning i alder, kjønn og bakgrunn. Gruppen bør også være balansert med hensyn på optimisme/pessimisme.

Fenomenet prosjektforelskelse dukker opp i svært mange analyser hvor ressursgruppen har medlemmer fra prosjektorganisasjonen. Nobelprisvinner i økonomi Daniel Kahneman kaller resultatet av dette for «*The planning fallacy*». Dette er tendensen for folk og organisasjoner til å underestimere tid, kostnad og risiko for fremtidige tiltak og samtidig overestimere nytten av de samme tiltakene, selv når de har erfaringer med tids- eller kostnadsoverskridelse fra tilsvarende tiltak. Det er med andre ord snakk om ønsketenkning. Folk tror at oppgaver er lette og raske å gjennomføre, fordi de ønsker at dette skal være tilfelle. Det vil alltid være behov for en fandens advokat for å hindre at stemningen i gruppen blir preget av overoptimisme. Dette vil typisk være en av de eksterne deltakerne i prosessen.

Kvaliteten på resultatene fra gruppeprosessen blir sterkt påvirket av motivasjonen hos deltakerne. Ved rekruttering av gruppedeltakere er det derfor generelt bedre at medlemmene er der fordi de vil enn at de deltar fordi de må.

3.2 Faglige forberedelser

3.2.1 Etablere estimatstruktur

Avhengig av det grunnlaget som foreligger, og avhengig av hva som er formålet med analysen, vil oppbyggingen av den grunnleggende kalkylestrukturen endres fra prosjekt til prosjekt. Før alle kostnads- og usikkerhetsanalyser må derfor prosjektleder i samarbeid med prosessleder sette opp forslag til en struktur med kostnadsbærere som analysen vil ta utgangspunkt i. Forslaget blir forelagt ressursgruppen, og den endelige tilpasningen skjer tidlig i gruppeprosessen. Praktiske retningslinjer for estimatstruktur er beskrevet i kapitel 6.

3.2.2 Lage planleggingsnotat

Som en del av forberedelsene anbefales det å utarbeide et planleggingsnotat. Dette notat beskriver prosjektet og rammene for estimeringsprosessen og hvordan den er tenkt gjennomført. Planleggingsnotatet sendes ut til alle deltakerne i god tid.

Planleggingsnotat bør inneholde:

- Beskrivelse av prosjektet inkludert tegninger
- Mål for estimeringsprosessen
- Ressursgruppen – hvem deltar
- Forutsetninger for analysen
- Forslag til estimatstruktur
- Hovedmengder i prosjektet
- Agenda for samlingen(e)

3.2.3 Plukke ut materiale til deltakere

I tillegg til planleggingsnotatet må det også sendes ut utvalg av materiale til deltakerne. Det er her særdeles viktig at en ikke faller for fristelsen til å sende ut alt materiale som er tilgjengelig. Dette vil som regel være av et slikt omfang at det er urealistisk å forvente at deltakerne skal sette seg inn i det, og vil sannsynligvis føre til at de bare ser overfladisk på det. Ideelt sett bør prosjekt- eller prosessleder bare sende et utvalg bearbeidet informasjon til hver deltaker. Dette krever mer forarbeid av prosjekt- og prosessleder, men vil ofte være nøkkelen til å få godt forberedte deltakere.

3.2.4 Rapportmal

Prosessleder etablerer sammen med datastøtte en mal for rapporten. Dette gjør at datastøtten kan skrive direkte inn i rapportmalen underveis på samlingen(e) og at man dermed sparer tid på etterarbeidet. Det bør etterstrebtes å legge inn så mye informasjon som mulig i rapportmalen på forhånd. Eksempel på innholdsfortegnelse for rapport finnes i vedlegg C.

3.3 Praktiske forberedelser

I tillegg til de faglige forberedelsene må det også legges praktisk til rette for prosessen.

Det viktigste er å finne et egnet sted for samlingen(e). Deltakerne i prosessen er nesten alltid travle mennesker som er tatt ut av sin daglige jobb i eller utenfor prosjektet. For prosessen er det derfor viktig at de blir skjermet for all pågang fra den alminnelige hverdagen. Den mest vanlige måten å løse dette på er å finne lokaler utenfor kontorene, gjerne med et sted der det også er overnattingsmuligheter. Hvis analysen er godt forberedt, og alle nødvendig opplysninger foreligger, er dette en god løsning. Ulempen med lokaler utenfor kontorstedet er hvis det hele tiden dukker opp spørsmål hvor det er nødvendig med tilgang til prosjektmaterialet eller prosjektdeltakere.

3.4 Deltakerforberedelser

Når man inviterer deltakere til ressursgruppen, er det viktig at hver enkelt får tydelig beskjed om hvorfor han/hun er invitert, og hva som forventes av deltakelsen. Dette for at de skal kunne forberede seg skikkelig for den rollen de er tenkt å fylle i analysen.

Deltakerne skal sette seg inn i planleggingsnotatet og materialet de får tilsendt. I tillegg skal deltakerne søke å innhente relevante kostnadsdata og erfaringer. Dette kan være gjennom sjekk i erfaringsdatabaser, planer, rapporter og andre kilder, eller ved å snakke med kollegaer som sitter på relevante tall eller erfaringer. Det forventes også at deltakerne setter seg inn i arbeidsform og møteregler. En viss kontakt mellom prosess-/prosjektledelsen og deltakerne i denne fasen er å anbefale. I det minste bør prosjektleder ta noen telefoner til hver enkelt og spørre hvordan det går med forberedelsene, om det er noe de savner og om de har noen ideer, i tillegg til å minne om hva som forventes. Hvis det er mulig å få til et planleggingsmøte vil dette være et godt bidrag til bedre forberedelser.

4 Gjennomføring av estimeringsprosessen

Gjennomføring av estimeringsprosessen dekker de aktivitetene som skjer mens ressursgruppen er samlet. Dette betyr ikke nødvendigvis at prosessen er kontinuerlig. Det kan være både praktiske og prosessmessige årsaker til at man velger å gjennomføre analysen med flere samlinger.

Prosessen består av flere trinn. De første trinnene utgjør en kvalitativ prosess hvor det er viktig å få frem og beskrevet alle forhold ved prosjektet som kan ha betydning for måloppnåelsen. Produktet fra den kvalitative fasen er en strukturert oversikt over prosjektets forskjellige kostnadselementer med den usikkerheten vi har klart å identifisere. Prosessen fortsetter så inn de trinnene som utgjør den kvantitative fasen hvor virkningen av hva vi har avdekket blir gjort målbart – som oftest i tid og/eller penger.

Gjennomføringen av estimeringsprosessen er en trinnvis prosess med følgende steg:

- Oppstart
- Identifisering av usikkerhetsfaktorer
- Etablere normalforutsetninger for usikkerhetsfaktorer
- Tallfeste kostnadsbærene
- Vurder og tallfest usikkerhetsfaktorer
- Vurder samvariasjon
- Vurder resultatet
- Raffiner analysen
- Få ressursgruppens råd på veien inklusive forslag til tiltak

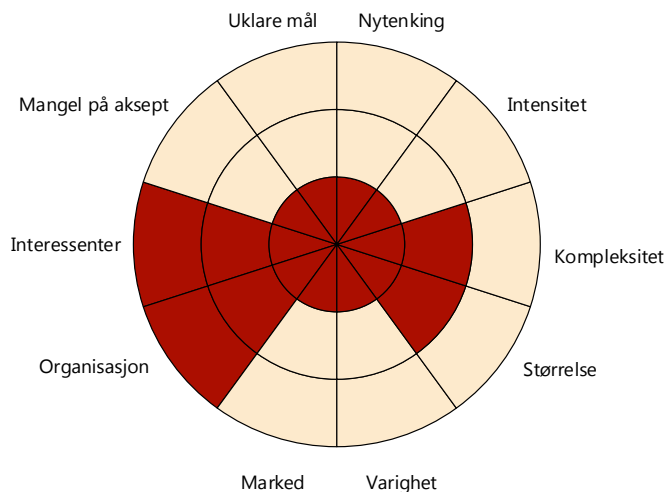
Denne prosessbeskrivelsen forutsetter at estimatstrukturen er etablert som en del av forberedelsene.

4.1 Oppstart

Gruppesamlingen starter gjerne med at prosjektleder klargjør formål og mål med analysen. Prosjektlederen eller en annen fra prosjektet presenterer prosjektet med mål, omfang, hva som foreligger av planer, beslutninger og spesielle krav, hva som er gjort av undersøkelser (f.eks. grunnforhold, geologi) og resultatene fra disse, hva som vites om interessenter, og de usikkerhetene man allerede har identifisert. Prosjektlederen presenterer også eventuelle faste forutsetninger, eller rammebetingelser, som prosjektet bygger på.

For at selve estimeringsprosessen skal gjøres med basis i et best mulig grunnlag kan det være nødvendig å starte estimeringsprosessen med å gjennomføre noen øvelser som egentlig hører hjemme blant forberedelsene, men som kan være mest praktisk å utsette til gruppen er samlet. Eksempler på slike øvelser er gjennomgang av ambisjonsnivåene i prosjektet (med tanke på blant annet teknisk standard, miljø, estetikk og arbeidssikkerhet), SWOT-analyser, modenheitsvurderinger og interessentanalyse. Disse forberedende øvelsene vil ikke bli nærmere behandlet i dette heftet, men prosesslederen vil måtte velge hvilke øvelser/verktøy han bruker i prosessen.

For å få i gang diskusjonen rundt usikkerhet kan prosesslederen benytte et situasjonskart. Som navnet antyder er dette ment å beskrive dagens status for noen viktige forhold eller egenskaper ved prosjektet med tanke på potensiell usikkerhet. Figur 3 viser et eksempel på et situasjonskart. Det er forsøkt å gjøre forholdene/egenskapene i figuren generiske, men det kan være at en ønsker å justere navnet på forholdene/egenskapene, eller at en ønsker å legge til eller trekke fra forhold/egenskaper.



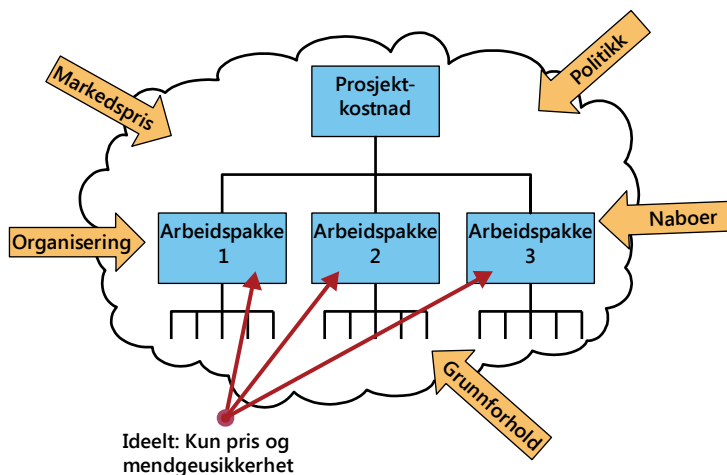
Figur 3: Situasjonskart

Gruppen får noen få minutter til å tenke seg om og kjenne på «magefølelsen» før det etter korte diskusjoner settes ett tall, fra for eksempel 1 til 3, på hvert enkelt forhold. For eksempel på varighet, vil et langvarig prosjekt hvor selve tidsspennet medfører økt usikkerhet gis karakteren 3, mens et prosjekt av kort varighet vil få karakteren 1. Et prosjekt med uklare mål vil få karakteren 3 på forholdet uklare mål. Det kan benyttes en skala med mer enn 3 nivå hvis gruppen ønsker det. Karakteren som blir satt sier noe om hvor mye det enkelte forhold vil kunne bidra til usikkerhet i prosjektet. Eksemplet i figuren viser at gruppens intuitive mening er at prosjektorganisasjonen og interessentene kan innebære stor usikkerhet i prosjektet, mens målene anses å være faste og klare og at behovene for nytenking ikke vil by på store utfordringer.

I tillegg til at ressursgruppen blir samkjørt og varm i trøya får vi også en oversikt over gruppens magefølelse for usikkerheten i prosjektet – noe som kan være bra å ta opp igjen når vi til slutt skal oppsummere og evaluere analyseresultatene.

4.2 Identifisering av usikkerhetsfaktorer

I ethvert prosjekt finnes det mange forhold som bidrar til den totale usikkerheten og som har betydning for prosjektets gjennomføring og kostnader. Vi kaller gjerne disse bakenforliggende årsakene for usikkerhetsdrivere. Det vil typisk finnes svært mange usikkerhetsdrivere i et prosjekt, noe som er vanskelig å modellere og håndtere i estimatsammenheng. I praksis er det derfor vanlig å gruppere disse usikkerhetsdriverne i et sett med usikkerhetsfaktorer.



Figur 4: Usikkerhetsfaktorer

Det er flere ulike måter man kan komme frem til et sett av usikkerhetsfaktorer på. Metoden her er basert på at dette gjennomføres som en gruppeprosess med idedugnad der vi først kommer opp med stikkord som representerer usikkerhetsdriverne, og så grupperer disse ihop til et sett med usikkerhetsfaktorer.

4.2.1 Typer usikkerhet

Usikkerhetsdriverne kan ha mange ulike opphav og det er viktig at man er oppmerksom på alle disse for å sørge for å ivareta prinsippet om at alt skal med.

Vi opererer med fire typer prosjektusikkerhet:

- **Intern (operasjonell) usikkerhet** dreier seg om usikkerhet knyttet til selve gjennomføringen av prosjektet og til de faktorer som prosjektet har betydelig kontroll over. Usikkerhet knyttet til selve prosjektet og organisasjonens gjennomføringsevne er sentralt. I tillegg hører usikkerhet knyttet til teknikk, produksjonsplaner og kvaliteten på planmaterialet og prosjekteringen i denne typen.
- **Ekstern (kontekstuell) usikkerhet** er usikkerhet knyttet til prosjektets omgivelser. Disse er helt eller for en stor del utenfor prosjektets kontroll. Eksempler på usikkerhet er usikkerhet om hvordan naturen er, hvordan markedet utvikler seg og hvordan prosjektets eksterne interessenter påvirker prosjektet.

- **Usikkerhet relatert til endring av mål og beslutningskriterier.** Både målene, beslutningskriteriene og prioriteringen av mål og beslutningskriterier kan endre seg, spesielt i prosjekter med lang tidshorison. Til denne kategorien hører også usikkerhet om hvordan samfunnets krav og forventinger til hva som er ønskelig eller tolerabelt endrer seg over tid. Denne typen usikkerhet kan medføre at prosjektet blir noe helt annet enn det som er planlagt, for eksempel en planlagt tofelts veg som til slutt blir bygget med fire felt, eller at større deler av vegen blir lagt i tunnel på grunn av endrede krav i samfunnet. I de tidligste fasene av prosjektet er selve konseptvalget gjerne en stor usikkerhet innenfor denne kategorien.
- **Analyseusikkerhet** er usikkerhet knyttet til selve analysen og tolkningen av resultatene fra analysen, og må ikke forveksles med konseptusikkerhet. Usikkerhet i ressursgruppens forståelse av oppgaven eller problemet og usikkerhet om analysemodellen og hvor godt denne dekker virkeligheten ligger her. Eksempler på sentrale usikkerheter innenfor denne kategorien er gjerne knyttet til etablering av urealistiske faste forutsetninger i analysen, enten gitt av overordnet myndighet for å begrense budsjettet, eller som forbehold fra prosjektledelsen for å begrense egen usikkerhet. En annen stor usikkerhet er generell optimisme eller pessimisme i ressursgruppens vurderinger.

4.2.2 Gjennomføring av idedugnad

For å identifisere usikre forhold gjennomføres en idedugnad. Idedugnaden kan gjennomføres på ulike måter. Det kan være en helt åpen identifisering i gruppa hvor alle ideer skrives ned etter hvert som de dukker opp, eller det kan gjennomføres en mer strukturert tilnærming hvor deltakerne blir stilt ulike spørsmål, deltakerne får litt tid for seg selv til å skrive ned de forholdene de kommer på, så går det runder i gruppen hvor hver enkelt får komme med sine ideer til ingen har flere ideer igjen.

De beste resultatene oppnås ved å vise noe utholdenhet i prosessen. De viktigste og mest nyskapende tankene gjerne ikke kommer med en gang. Det bør derfor settes av en god del tid til idedugnaden. Hvor mye tid kommer an på hvor mye tid som total er satt av til estimatsamlingen, men hvis samlingen for eksempel er på to dager bør det settes av minst to-tre timer til idedugnaden.

Erfaring tilsier at gruppen responderer på det den oppfatter at den blir spurt om. For å få med «alt» er det derfor viktig å gi spørsmålene forskjellig vinkling. Bruk god tid på en idedugnad med flere innfallsvinkler. Vi har gode erfaringer med fem runder med følgende spørsmål:

- Tenk på alt som kan medføre (kostnads)konsekvens i prosjektet.
Stikkordene som kommer har en overvekt av risiko.
- Tenk på muligheter som finnes i prosjektet.

Litt uvant for deltakerne, så synergien må få virke slik at ideer fra noen skaper nye tanker hos andre.

- Hvilke endringer i forhold til dagens plan kan oppstå i prosjektet.
Ofte de største bidragsyterne til kostnadsøkning, men blir ofte glemt i estimeringsprosessen.
- Tenk på hendelser – altså forhold som opptrer eller ikke opptrer, med stor eller liten sannsynlighet.
Forbausende mange nye stikkord.
- Hva er det verste som kan skje? (mulige showstopperer).
Tenk det utenkelige og få frem de svarte svanene.

Denne fremgangsmåten med å «vri litt på hodene» sikrer at vi får med alt, selv om man er presset på tid.

Et mye brukt hjelpemiddel for å sikre at viktige forhold ikke blir glemt er en matrise med typer av usikkerheter og hvor de oppstår, som vist i figur 5.

	Tekniske	Menneskelige	Økonomiske
Eksterne	<ul style="list-style-type: none"> • Utslippskrav • Teknologiske løsninger 	<ul style="list-style-type: none"> • Politisk prioritering • Miljøaksjoner • Media 	<ul style="list-style-type: none"> • Svovelsyremarked • Svovelkispri • Miljøavgifter • Oljepris • El-pris • Biobrenselpris
Virksomhet	<ul style="list-style-type: none"> • Samspill med ny teknologi 	<ul style="list-style-type: none"> • Nedbemanning • Prioritering ENØK-tiltak • Investeringstilje • Fremtidig strategi 	<ul style="list-style-type: none"> • Fremtidig energibehov • Rasjonaliseringsgevinster
Prosjekt	<ul style="list-style-type: none"> • Avgrensning • Amisjonsnivå • Tilpasning av ny og gammel teknologi 	<ul style="list-style-type: none"> • Prosjektledelse • Ressurstilgang • Kompetanse 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontraktstrategi • Leveringstider • Saneringskostnader • Estimeringsmetoder • Optimering brenselmix

Figur 5: Idedugnadsmatrise

Denne matrisen fylles ut underveis i idedugnaden. Hvis det blir stor ubalanse i matrisen, ved at noen felter får få stikkord, gir dette signal om at fokus kanskje må rettes mer mot disse. Prosessleder kan da lede gruppens oppmerksomhet mot felter som er lite fokusert.

4.2.3 Strukturering av usikkerhet i usikkerhetsfaktorer

Etter idedugnaden sitter en igjen med et antall, kanskje 50 – 150, usikkerhetsdrivere. Disse må struktureres i et sett med usikkerhetsfaktorer. Stikkordene må sorteres, grupperes og delvis rangeres. For at det skal være praktisk mulig å gjøre en realistisk vurdering av mulige konsekvenser av den usikkerheten som er identifisert, bør antallet usikkerhetsfaktorer ikke overstige 20, og kan med fordel være nede i 10-12.

Usikkerhetsfaktorene kan etableres ved at en åpent i gruppen diskuterer seg frem til noen overskrifter/samleposter som til slutt utgjør usikkerhetsfaktorene, hvor alle usikkerhetsdrivere er plassert i en av disse faktorene. En annen og gjerne raskere tilnærming er at prosesslederen ber hver deltaker velge ut de tre-fem viktigste usikkerhetsdriverne. Deretter vil prosessleder og datastøtte i en pause bearbeide dette og komme med forslag til usikkerhetsfaktorer. Forslaget diskuteres med gruppen og resulterer i de usikkerhetsfaktorene som skal tas hensyn til i estimatet.

Det er viktig at det er klare skiller mellom usikkerhetsfaktorene. Det vil si at de må i all hovedsak være gjensidig utelukkende og ikke overlappende. Hvis ikke risikerer man at virkning av usikkerhet blir tatt med flere ganger.

4.3 Normalforutsetninger for usikkerhetsfaktorer

Den usikkerheten som usikkerhetsfaktorene representerer skal ikke tas med på kostnadsbærene. Derfor må man etablere normalforutsetninger for usikkerhetsfaktorene før man kan tallfeste kostnadsbærene. Dette sikrer at alle i gruppen vurderer kostnadsbærene på samme grunnlag, og under samme forutsetninger. Vi må sikre at deltakerne ikke, mer og mindre tilfeldig, blander inn usikkerheten fra usikkerhetsfaktorene inn i vurderingen av kostnadsbærene. Usikkerheten knyttet til den enkelte kostnadsbærer bør ideelt sett være bare pris- og mengdeusikkerhet, mens usikkerheten om hvorvidt de forutsetninger vi har lagt til grunn for usikkerhetsfaktorene er i tråd med virkeligheten, hører med i vurderingen av den aktuelle usikkerhetsfaktor.

Normalforutsetningene for usikkerhetsfaktorene bør ligge så nært opp til den virkelighet vi ser for oss som mulig. Noen ganger kan imidlertid denne vurderingen være så vanskelig at vi er henvist til å definere en forutsetning som vi egentlig ikke har helt tro på. Dette innebærer at når vi siden skal vurdere mulig virkning av usikkerhetsfaktoren så vil ikke bare usikkerhetsspennet være stort, men mest sannsynlig estimat for usikkerhetsfaktoren vil også få en positiv eller negativ verdi.

Figur 6 viser et skjema som kan brukes for beskrivelse og kvantifisering av usikkerhetsfaktorer. Feltene nedenfor «normalforutsetning» fylles ut i forbindelse med tallfesting av usikker-

hetsfaktorene, beskrevet i delkapittel 4.5. Et eksempel på et ferdig utfylt skjema finnes i vedlegg D.

(Navn på usikkerhetsfaktor, f.eks. Marked)		
Usikkerhet Usikkerhetsdrivere som inngår i faktoren		
Normalforutsetning Beskrivelse av den situasjonen som skal legges til grunn		
Håper på Mulige positive elementer		
Frykter Mulige negative elementer		
Tror på Beskrivelse av mest sannsynlige situasjon		
Virker inn på Hvilke kostnadsbærere faktoren virker inn på		
Prosent		
<input type="text" value="Lav"/>	<input type="text" value="Sanns."/>	<input type="text" value="Høy"/>

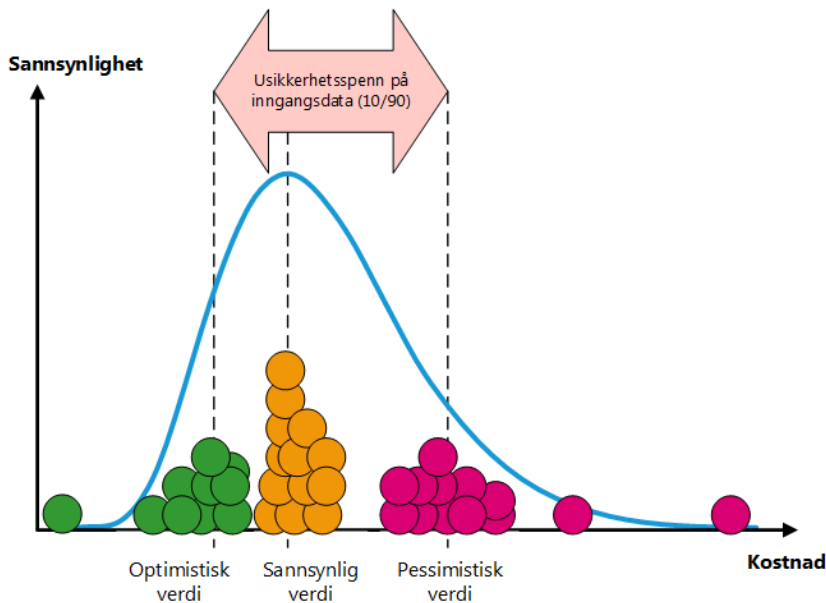
Figur 6: Skjema for beskrivelse og kvantifisering av usikkerhetsfaktorer

4.4 Vurdere og tallfeste kostnadsbærerne

Når normalforutsetningene for hver usikkerhetsfaktor er låst, kan man tallfeste kostnadsbærerne. Estimatstrukturen er allerede etablert som en del av forberedelsene. Strukturen består av et sett av kostnadsbærere. Sannsynlighetsfordelingen av kostnaden for den enkelte kostnadsbærer fastsettes ved hjelp av et tripplestimat fra hver prosessdeltaker – en nedre verdi som svært ofte er 10 %-kvantilen, en øvre verdi som svært ofte er 90 %-kvantilen, og mest sannsynlig verdi – det estimatet vi tror på. Mest sannsynlig verdi diskuteres gjerne på grunnlag av tall hentet fra en databank, fra et sammenliknbart prosjekt, eller fra kalkyle utarbeidet på forhånd. Øvre og nedre verdi er en større utfordring fordi det kreves svært god og relevant erfaring og noen grad av statistisk intuisjon. Man bør her passe på å alltid gjøre en reell vurdering av usikkerhetspredningen på hver enkelt kostnadsbærer og unngå at gruppen bare angir skjematiske ekstremverdier, som for eksempel +/- 10% av mest sannsynlig verdi.

Man starter vanligvis med at prosessleder spør hver enkelt deltaker på hver kostnadsbærer om deres trippelanslag. Da sitter gruppen med et sett med lave, sannsynlige og høye verdier på den enkelte kostnadsbærer, som illustrert i figur 7. Når hver prosessdeltaker har gitt sitt

trippelanslag blir spørsmålet hva som skal være gruppens tripplestimat. En tilnærming er å benytte laveste av de lave og høyeste av de høye systematisk. Da kan nok gruppen få en følelse av at man ender opp med urealistiske verdier. Samtidig er det ikke noen stor fare i dette. Hvis usikkerheten er vurdert urealistisk høy vil alltid forhold med stor betydning komme høyt opp på lista over usikkerheter. Da kan forholdet bli vurdert på nytt. Det er verre hvis usikkerheter undervurderes på de enkelte kostnadsbærere. Da kan viktige forhold miste oppmerksomhet i prosessen ved at de ikke kommer høyt på lista over usikre elementer.



Figur 6: Inngangsdata til tripplestimat

En annen tilnærming enn systematisk å benytte laveste av de lave og høyeste av de høye verdiene, er å be de som har kommet inn med ekstremverdiene begrunne hvorfor nettopp de står for de ekstreme synspunktene. Noen ganger har de ikke en god forklaring på sine ekstremverdier. Da kan det være klokt å spørre de som kom med det nest mest ekstreme om deres begrunnelse og fortsette inntil man får en begrunnelse som gruppen som sådan finner rimelig, eller i hvert fall ikke helt urimelig. Omforent sannsynlig verdi er gjerne konsensus basert på gjennomsnittet av vurderingene til deltakerne i gruppa.

I utgangspunktet brukes en ovenfra-og-ned struktur med få kostnadsbærere. I tidligfase vil strukturen være veldig overordnet, mens strukturen kan bli mer og mer detaljert ettersom prosjektgrunnlaget blir mer og mer detaljert. Hvis estimatet består av mange poster kan det være greit å gjøre en rask sortering av hvilke poster som er viktige å legge arbeid i og hvilke som enten ikke har stor betydning for sluttresultatet, eller hvor kostnadene er så sikre at det ikke er nødvendig å legge mere arbeid i vurderingene. En kan i en slik situasjon fastsette ytterpunktene ved å velge det minste estimatet fra de nedre verdiene og det høyeste estimatet på de øvre verdiene. Da kommer det oftest tydelig frem hvilke kostnadsbære-

re/usikkerhetsfaktorer som har størst kostnadsusikkerhet, og som det er viktig å foreta en grundig vurdering av. For postene med størst kostnadsusikkerhet kan en bruke samme tilnærming som ovenfor, nemlig utfordre de med ekstreme verdier, helt til gruppen oppnår konsensus.

4.5 Vurdere og tallfeste usikkerhetsfaktorer

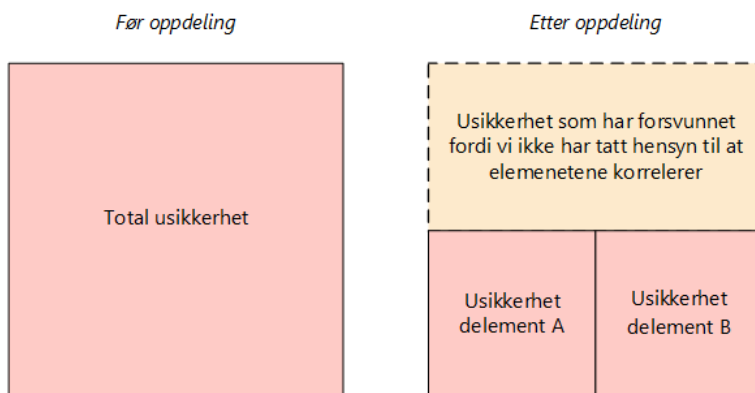
Etter at kostnadsbærerne er tallfestet er det på tide å vurdere og tallfeste usikkerhetsfaktorene. Det vil si at man skal foreta en vurdering av hva som kan skje utover normalforutsetningen som er benyttet som grunnlag under estimeringen av kostnadsbærerne, og hvor mye dette kan bety for totalestimatet. Dette angis enten som prosentpåslag på utvalgte kostnadsbærere eller som rundsumtillegg.

Først beskrives den enkelte usikkerhetsfaktor, gjennom å beskrive hva vi håper på, hva vi frykter og hva vi tror på (se figur 6). Basisforutsetningen er allerede beskrevet. Beskrivelsene skal hjelpe gruppen til å kunne sette tall på usikkerhetsfaktorene.

Estimeringen foregår på samme måte som for kostnadsbærerne, men her er det viktig å være mer åpne for synspunktene til alle deltakerne og ikke bare til ekspertene på fagfeltet. Grunnen til dette er at vurderingene rundt usikkerhetsfaktorene, i tillegg til å være ekspertvurderinger, også gjøres på bakgrunn av magefølelse, intuisjon og allment skjønn.

4.6 Vurder samvariasjon

Samvariasjon opptrer fordi kostnadsbærere har helt eller delvis samme kostnadsårsak eller at usikkerhetsfaktorer som medfører kostnadsendring virker på hverandre eller varierer i takt. Etter at man jobbet seg gjennom hele estimatet og tallfestet kostnadsbærerne og usikkerhetsfaktorene kan man vurdere om det fortsatt er avhengigheter mellom postene som ikke er fanget opp.



Figur 7: Konsekvens av oppdeling av estimatelementer

Ideelt sett skulle poster med samme kostnadsårsak bli vurdert samlet. Dette er av praktiske, prosessmessige eller resultatmessige årsaker sjelden mulig. Beslektede elementer blir delt opp i underposter som estimeres hver for seg. Feilen som da ofte gjøres i kostnadsestimater under usikkerhet er å late som alle poster er uavhengige av hverandre ved oppdeling av kostnadsbærere i underposter, eller oppdeling av kostnadsbærere i flere deler (typisk parseller), uten at effekten av samvariasjon diskuteres eller bygges inn i estimatet. Figur 8 viser hvordan usikkerhet forsvinner når man deler et kostnadselement i to like deler og beholder relativ usikkerhet. Variansen blir halvert.

For to elementer A og B som er samvarierer vil variansen for summen av de to elementene være:

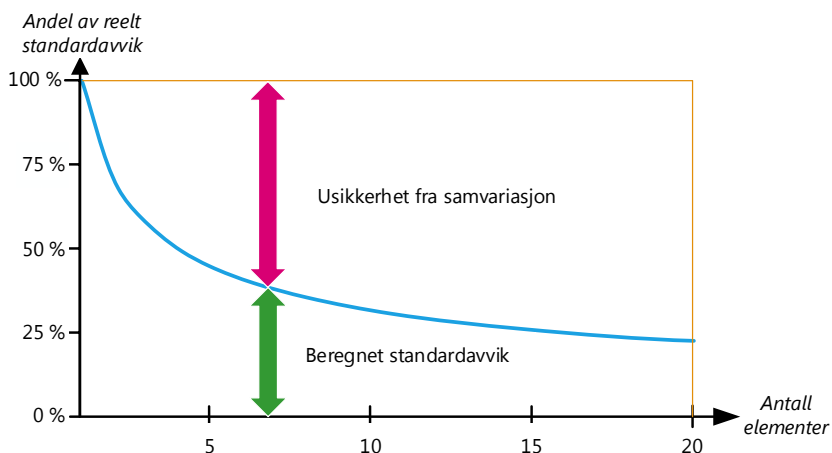
$$\sigma_{Tot}^2 = \sigma_A^2 + \sigma_B^2 + 2\rho_{AB}\sigma_A\sigma_B, \text{ der } \rho \text{ er korrelasjonskoeffisienten}$$

Hvis element A og B er like så kan vi forenkle dette uttrykket til:

$$\sigma_{Tot}^2 = 2\sigma^2 + 2\rho_{AB}\sigma^2$$

Vi ser her at i det tilfelle at $\rho = 1$, det vil si 100 prosent samvariasjon, så vil halvparten av usikkerheten stamme fra samvariasjonsleddet slik som vist i figur 8.

Figur 9 viser hvordan vilkårlig oppdeling i flere elementer slår ut.



Figur 8: Andel av usikkerhet målt i standardavvik som forsvinner hvis samvariasjon ikke tas hensyn til

Kostnader oppstår gjennom bruk av ressurser. I kostnadsbærere som gjør bruk av mange like ressurser vil kostnadene ha stor grad av samvariasjon. Samtidig gjøres fortsatt mange bereg-

ninger under forutsetningen om at postene er statistisk uavhengige av hverandre. Hvis man benytter en beregningsmetode og et verktøy som tillater modellering av samvariasjon vurderes hvilke poster som samvarierer og i hvilken grad postene samvarierer. Samvariasjon kan da legges direkte inn i modellen gjennom å koble kostnadsbærere og usikkerhetsfaktorer med grad av samvariasjon.

Hvis man ikke har tilgang til dataverktøy som håndterer samvariasjon, er det en løsning å definere ressurser eller andre årsaker til samvariasjon for flere kostnadsbærere og gjøre en egen vurdering av mulig variasjon for hver enkelt av ressursene eller årsakene og hvordan dette kan bidra til totalspredningen i prosjektet. For å kompensere for at bruken av samme type ressurser gjør at kostnadsbærerne ikke er statistisk uavhengige trekkes usikkerheten knyttet til denne ressursen ut og behandles som en felles usikkerhetsfaktor. Arbeidskostnader består av forbruk av timer til en viss timelønn. Timeforbruket varierer med arbeidsforholdene og dyktigheten til medarbeiderne, og usikkerheten hører naturlig hjemme på den enkelte kostnadsbærer. Når det gjelder endringer i timelønna, vil denne slå noenlunde likt ut på alle arbeider, i hvert fall på de arbeidene som dekkes av samme fag. Her kan det da være naturlig å trekke usikkerheten knyttet til timelønn ut som en felles usikkerhetsfaktor for alle, eller deler av, arbeidene. Mulige virkninger av arbeidslønnsendringer estimeres for seg selv, og samvariasjonen mellom kostnadsbærerne som skyldes endringer i arbeidslønn er dermed tatt vare på.

4.7 Vurder resultat

Etter at man er ferdig å bygge opp estimatstrukturen og tallfeste elementene, så beregnes estimatet. Dette gjøres normalt mer eller mindre automatisk av dataverktøyet man benytter og vi vil derfor ikke gå nærmere inn på det her. For mer informasjon se Concept temahefte 4.

Når beregning er gjennomført må man vurdere om resultatet man har fått er godt og rimelig. De viktigste resultatene er total kostnad med spredning, i form av en s-kurve, samt en usikkerhetsprofil som viser hvilke kostnadsbærere og usikkerhetsfaktorer som bidrar mest til usikkerheten (Se kapittel 7 for nærmere beskrivelse av disse).

Generelt må gruppen vurdere om målene med prosessen er nådd, om gruppen har holdt seg til oppgaven den skulle løse og om gruppen er fornøyd med resultatene. Både nivået på total kostnad, spredning på denne og usikkerhetsprofil må vurderes.

Når det gjelder kostnaden, må det vurderes om kostnadene er på et realistisk nivå. Benchmarking mot overordnede tall fra sammenlignbare prosjekter kan brukes for å sjekke realismen i estimatet.

For spredningen på totalkostnaden må det vurderes om størrelsen på usikkerheten er på et realistisk nivå. Hvis det finnes et makskrav til hvilken usikkerhet som kan aksepteres, må en vurdere om den beregnede usikkerheten er innenfor de krav som er stilt. Kanskje enda viktigere er å vurdere om usikkerheten er stor nok. Erfaring viser at det usikkerhetsnivået som blir

beregnet svært ofte er lavere enn det som viser seg i virkeligheten. Hva kan grunnene være til at beregnet usikkerhet er mindre enn realitetene skulle tilsi?

Mulige svar kan finnes kan være:

- For få usikkerhetsfaktorer
- For lite fokus på muligheter
- Yttergrensene på anslagene er for trange
- For stor oppdeling som introduserer mye samvariasjon
- Korrelasjonseffekten er ikke medregnet
- Urealistiske forutsetninger/forbehold

Normal størrelse på usikkerheten er i første rekke avhengig av hvor langt prosjektet er ført planmessig. Deretter vil type prosjekt samt prosjektets størrelse og kompleksitet ha stor betydning. I de tidligste fasene i et prosjekt kan normalt standardavvik være på mellom 30 og 50 %. Hvis usikkerhetsanalysen gjøres på grunnlag av ferdig forprosjekt bør man forvente standardavvik på mellom 10 og 20 %. Estimer med standardavvik utenfor disse grensene bør ledsages av en forklaring på hvorfor dette prosjektet er mer eller mindre sikkert enn andre liknende prosjekter.

I vurderingen av resultatet er det viktig å vite at store prosjekter normalt sett har mindre relativt standardavvik enn små prosjekt. Dette er naturlig da tilfeldige hendelser virker relativt mye sterkere på små prosjekter enn på større prosjekter, og tiden til å korrigere for feil er knappest i små prosjekter.

Når det gjelder usikkerhetsprofilen, må det vurderes det om denne gir en riktig prioritering av usikkerhetsfaktorene og kostnadsbærerne. Har en fått med alle risikoene, alle mulighetene, er de viktige tingene tydelig nok, gjenspeiler usikkerhetsprofilen realiteten i prosjektet?

4.8 Raffiner

Hvis kalkyleresultatet ikke er akseptabelt eller realistisk må man korrigere for det. Er usikkerheten for høy i forhold til de kravene som er stilt må man se på muligheten for å hente inn mer informasjon for å redusere usikkerheten knyttet til inngangsverdiene. Merk at man aldri bør dele opp poster, fjerne usikkerhetsfaktorer eller lignende kun med det mål for øye å redusere usikkerheten i estimatet. Med mindre man sitter på informasjon som tilsier at dette er riktig å gjøre, har man i så fall bare fjernet usikkerheten på papiret. Usikkerheten er kun «regnet vekk» uten at den har forsvunnet fra prosjektet av den grunn.

Hvis derimot den totale usikkerheten viser seg å være for lav i forhold til det man anser som normalt kan man gå tilbake og vurdere estimatstrukturen på nytt, vurdere enkeltposter eller usikkerhetsfaktorer på nytt, vurdere om det kan være flere usikkerhetsfaktorer eller modellerer inn samvariasjon.

Om gruppen finner ut at usikkerhetsprofilen ikke gir et riktig bilde av de faktiske forhold må gruppen vurdere om det er usikkerheter som er overvurdert eller undervurdert.

4.9 Råd på veien

En gruppe har nå vurdert de mest usikre forholdene i prosjektet i en prosess over flere dager. Den kunnskapen og innsikten om prosjektet de har ervervet i denne tiden bør utnyttes til at prosjektleder kan få med noen råd på veien om hva som er viktig å gripe fatt i for å redusere risikoen og utnytte mulighetene som er avdekket. Typisk dukker slike ideer til mulige tiltak opp underveis når enkeltelementer diskuteres. Da bør prosessledelsen notere disse fortløpende. En bør også ta opp igjen diskusjonen om mulige tiltak på slutten av gruppesamlingen.

Ofte blir denne viktige delen av prosessen stemoderlig behandlet. Det settes gjerne av en halvtime til slutt den siste dagen med beskjed om å fremskaffe en tiltaksliste. Dette er selvfølgelig bedre enn ingenting, men i praksis blir det for knapt med tid og på et uheldig tidspunkt hvor gruppedeltakerne er slitne etter samlingen.

En anbefalt fremgangsmåte er å bruke den avsatte tiden på slutten av prosessen til å klargjøre hva man er ute etter, og hvordan gruppen kan bidra, for så å avtale en ny seanse på for eksempel en halv dag med det formål å få frem de beste rådene om hvordan usikkerhetsbildet bør håndteres, og hva som bør skje i prosjektet i tiden fremover. Hvis dette ikke er mulig bør man søke å sette av tiden etter lunsj (3 timer) den siste dagen under samlingen med det samme formålet.

5 Etterarbeid og rapport

Rapporten skal inneholde nødvendige faktaopplysninger om prosjektet og oppsummere analyseprosessen. Den skal gjenspeile ressursgruppens syn på prosjektet og være en nøytral fremstilling uavhengig av eventuelle særinteresser i beslutningsprosessen. Den skal imidlertid være en viktig del av beslutningsgrunnlaget for de etterfølgende veivalg, og en støtte for prosjektledelsen i det videre arbeidet. Derfor er det nødvendig at de viktigste funnene og konklusjonene er godt synlige og forståelige.

Kostnadsestimering under usikkerhet er nyttig i alle prosjektets faser. Gjøres rapporten i tidlig fase vil analysen gjerne omfatte flere alternativer. Da må rapporten synliggjøre forskjellene mellom alternativene. Gjøres analysen på basis av ferdig forprosjekt, og før endelig vedtak om finansiering og igangsetting vil typisk fokus i rapporten være forventet kostnad for prosjektet og størrelse på usikkerhet. I tillegg må rapporten inneholde listen over de viktigste usikkerhetene og om det er forhold som gjør at prosjektet må stoppes til disse er avklart, samt rådene fra ressursgruppen. Uavhengig av når i prosessen analysen gjennomføres bør rapporten inneholde et kapittel hvor prosessledelsen gir uttrykk for sitt syn på den prosessen man nettopp har vært gjennom og om hvorvidt gruppen har evnet å fremskaffe vurderinger av høy kvalitet og relevans.

Kvalitetssikringen av selve rapporten er viktig. Det beste hjelpemidlet her er å sende rapporten på høring til gruppedeltakerne hvor de blir bedt om å si sin mening om resultatene og konklusjonene, og for øvrig vurdere rapporten ut fra et utvalg av kriterier. Prosjektleder bør være en av høringsinstansene uavhengig av om han er med i ressursgruppen eller ikke. Spørsmålene er: *«inneholder rapporten det du trenger for å ta den videre til dine ledere, og gir den adekvat støtte til beslutninger om handling?»*

Under arbeidet med rapporten er det viktig at både prosjektledelsen og ressursgruppen er tilgjengelig for å svare på spørsmål som måtte dukke opp, slik at ting kan avklares mens de er ferske i minnet. Prosessledelsen bør ha en egen «kvalitetssikring» under utarbeidelsen.

Nedenstående er en liste over kriterier som kan legges til grunn for arbeidet både under rapportskrivningen og under høringsrunden:

- Om grunnlaget
 - Vurderer vi prosjektet som modent nok i forhold til planfasen prosjektet er inne i?
 - Er referanseprosjektene relevante for dette prosjektet?
 - Er alle faktaopplysninger riktige og dekkende?
 - Er resultatene fra interessentanalysen hensyntatt videre i analysen?
- Om gruppen og prosessen
 - Har gruppesammensetningen dekket behovet for kompetanse og behovet for mangfold?

- Har behovet for balanse mellom ulike perspektiver (ref. optimisme og pessimisme) blitt dekket?
- Om resultatene
 - Er det noenlunde samsvar mellom «magefølelsen» fra situasjonskartet og analyseresultatene, og hvis ikke, er dette noe som bør kommenteres?
 - Hvordan er deltakernes syn på om analyseresultatene er dekkende for den reelle situasjonen i prosjektet?
 - Er det dissens om dette synet?
 - Kan vi stå for dette resultatet i etterkant av samlingen?
 - Er kostnads- og usikkerhetsbildet tydelig nok til vårt formål?
 - Er behovet for beslutningsunderlag dekket?
 - Gir rekkefølgen av elementene i usikkerhetsprofilen et riktig bilde av totalsituasjonen og et dekkende budskap til leserne av rapporten?
- Om rapporten
 - Kreves det en egen forklaring på hvorfor usikkerhetsnivået så lite? er så stort?
 - Kreves det en egen forklaring til detaljeringsgraden?
 - Er det noen spesielle poenger som bør fremheves i rapporten?
 - Er det noen lesere som trenger spesiell informasjon/tydeliggjøring av poenger?

6 Praktiske retningslinjer for estimatarbeid

Estimatarbeid i praksis krever oversikt over prosjektomfanget og usikkerhetsbildet. I tillegg kreves kunnskaper om oppgavene og erfaring fra de rollene som skal dekket. Det er også viktig at deltakerne har noe viten om de fallgruvene som ligger i estimeringsprosessene.

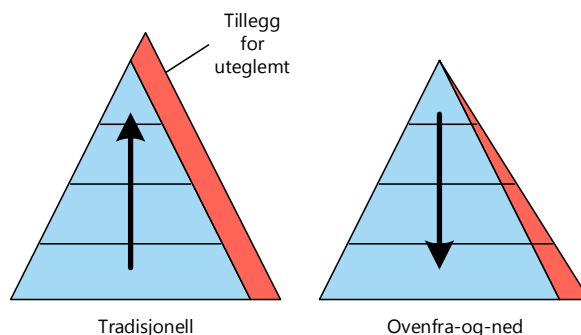
I dette kapitlet tar vi for oss noen av de utfordringene som estimeringsteamet kan møte.

6.1 Oppbygging av estimatstruktur

Kalkylestrukturen skal gi oversikt over hva prosjektet består i ved at omfanget brytes ned i elementer som det kan knyttes kostnader til – såkalte kostnadsbærere.

6.1.1 Estimatnedbrytning

Det finnes i hovedsak to prinsipielt ulike tilnærminger når det gjelder nedbrytning av kostnader til kostnadsbærere, vist i figur 10.



Figur 9: Tilnærminger til nedbrytning av kostnadsoverslag

Tradisjonelt har en benyttet prinsippet nedenfra-og-opp, det vil si at man bryter prosjektet ned i detaljer, for så å estimere alle detaljene. Kostnadene summeres opp etter en hierarkisk struktur. Man starter på bunnen og summerer oppover, derav navnet nedenfra-og-opp.

Det andre prinsippet for estimatstruktur er ovenfra og ned, som betyr at en bryter prosjektet ned i noen overordnede kostnadsbærere og estimerer kostnader knyttet til disse. Noen av kostnadsbærerne brytes videre ned hvis en har behov for det. Oftest vil det være usikkerheten i postene som styrer hva som brytes videre ned i detaljer.

Som grunnprinsipp bør kostnadsestimering under usikkerhet følge ovenfra-og-ned tilnærmingen. Samtidig er det i utgangspunktet en forutsetning at elementene i strukturen skal være stokastisk uavhengige av hverandre. Prosjektet bør derfor brytes ned i så få overordnede kostnadsbærere som mulig

For ulike typer prosjekter finnes oftest en eller flere standard nedbrytninger, eller at nedbrytningen baserer seg på tradisjoner. For bygninger finnes det for eksempel norske standarder

som brukes som grunnlag for kostnadsnedbrytning (NS3453 og NS3451). For vei og jernbane-prosjekt finnes en egen prosesskode. Andre typer prosjekter har typisk tilsvarende standard-nedbrytninger.

6.1.2 Grad av detaljering

Et mål med hele prosessen er at alt skal med, og at fokus må være på de viktige tingene. Med en for detaljert struktur er det lett for at en benytter like mye tid på å diskutere små kostnadsbærere som veldig store kostnadsbærere. Dermed får små og uviktige ting like stort fokus i prosessen som store og svært viktige ting. Det kan delvis unngås gjennom valg av nedbrytningsstruktur, og delvis ved at prosessledelsen sørger for riktig prioritering av tiden. Oppdelingen skal også være mest mulig hensiktsmessig i forhold til formålet med estimatet. Hva estimatet skal brukes til legger også føringer for valg av struktur.

Generelt bør det være samsvar mellom nedbrytningsstrukturen og hva deltakerne i gruppen har erfaringer med. Hvis deltakerne har erfaringer på veldig detaljert nivå mens estimatstrukturen skal holdes på et grovt nivå vil det være en vanskelig situasjon hvor deltakerne ikke får brukt sin erfaring.

En for detaljert oppdeling vil ofte føre til at gruppen mister oversikten over totalitetene, og at ting faller mellom to stoler. Det er også en fare for at usikkerheten forsvinner ved at den blir spredd utover mange elementer. En detaljert struktur medfører også økt behov for tid i prosessen fordi gruppen trenger mer tid for å estimere flere poster. En detaljert struktur med mange kostnadsbærere medfører flere sammenhenger og grensesnitt, og tilsier at en også bør ha et større antall usikkerhetsfaktorer.

I det ovenstående har vi fokusert mye på farene med for stor detaljering. Dette er helt klart en av de viktigste årsakene til at usikkerhetsbildet ofte ikke blir i samsvar med virkeligheten. For grov oppdeling forekommer sjeldnere, men det finnes eksempler på at bruk av store rundsumposter eller for sammensatte elementbeskrivelser kan gi estimater som er lite sporbare, og hvor usikkerhetsbildet er så upresist at det har liten verdi for tiltaksplanlegging. For å finne en tjenlig balanse i oppdelingen kan det være greit å ha i tanker regelen om at analysen kan regnes detaljert, og fremstilles grovt, men ikke omvendt. Estimatsstrukturen må altså planlegges med tanke på hvordan resultatet ønskes presentert og brukt, og også her gjelder det å ta hensyn til at det bildet som tegnes skal gi et tydelig, relevant og pålitelig beslutningsgrunnlag.

6.2 Prosessledelsens roller og oppgaver

Prosessledelsen består av prosessleder og datastøtte. Prosessledelsen er engasjert av prosjekteier eller prosjektleder for å gjennomføre en prosess for kostnadsestimering under usikkerhet. Målet er å få frem et mest mulig dekkende bilde over kostnadene og usikkerheten knyttet til kostnadene for prosjektet.

Prosessledelsens oppgaver i prosessen er å planlegge prosessen og sørge for at den er godt forberedt, blir gjennomført med god kvalitet, og blir dokumentert på en god måte. I det ne-

denstående er det listet opp viktige oppgaver som prosesslederteamet har i forbindelse med forberedelse og gjennomføring av prosessen:

I forberedelsesfasen

- Sammen med prosjektleder planlegge prosessen (tid, sted, bruk av verktøy og metoder)
- Sammen med prosjektet lage planleggingsnotat
- Delta i utplukking av deltakere i ressursgruppen
- Støtte prosjektleder i arbeidet med estimatstruktur
- Sammen med prosjektmedarbeiderne plukke ut nødvendig materiale for deltakerne. Dette må gjøres i god tid slik at deltakerne får forberedt seg
- Etablere rapportmal, og legge inn estimatstruktur og så mange opplysninger som mulig inn i malen og evt. datahjelpemiddel
- Prosessledelsen eller prosjektleder må følge opp deltakerne i ressursgruppen i tiden før gjennomføringen for å sikre at de får forberedt seg best mulig. Typiske samtaleemner er knyttet til om det tilsendte materialet er godt nok, hvorfor akkurat han er bedt om å være med og hva han er forventet å bidra med spesielt, og om han trenger noe støtte for å få frigitt tid nok til forberedelsene.

Under gjennomføringen

- Sørge for at gruppeprosessen har fremdrift og mål
- Holde fastlagt tidsramme
- Få alle til å komme frem med synspunkter
- Sørge for at spillereglene for prosessen blir fulgt
- Sørge for rett vinkling av usikkerhetsfaktorene
- Sørge for å dokumentere
- Sørge for å holde analysen oppdatert underveis
- Sørge for at resultatene kan legges frem for evaluering underveis

Rapporten

- Rapporten er i sin helhet prosessledelsens ansvar. Den viktigste kvalitetssikringen består i at ressursgruppen får anledning til å gå gjennom rapporten før den legges frem. Prosjektlederen har direkte innflytelse på og ansvar for kun ett forhold når det gjelder rapporten, og det er at alle faktaopplysninger om prosjektet er riktige.

Underveis i prosessen er det viktig at prosesslederen og datastøtten fungerer som ett team. De må jobbe sammen og utfylle hverandre. Prosesslederen må hele tiden tenke på at datastøtten skal kunne få med seg det som skjer, og gi rom for at datastøtten får nok tid til å ajourføre dokumentasjonen og tallene. Datastøtten på sin side skal støtte opp om prosesslederens arbeid ved å hjelpe til med å passe tiden, fornemme stemningen i gruppen og ta opp ting hvor gruppen virker usikre.

Erfaringsmessig ønsker enkelte i gruppen å bruke mye tid på å diskutere detaljer. Gruppen kan kaste bort mye tid på å diskutere detaljer som i etterkant viser seg å bety veldig lite for sluttresultatet. I slike situasjoner må prosesslederen stoppe diskusjonene og provosere frem valg slik at prosessen kan gå videre og slik at en har nok tid til å diskutere de viktige tingene.

Prosesslederen må ha kunnskaper om prosessen og gruppearbeid, om statistikk, sannsynlighet og vurderingsteknikk. Det er også nødvendig å kjenne hjelpemidler for kreativ problemløsning (f.eks. brainstorming) og det mest grunnleggende om hvordan datahjelpemidlene fungerer. Fagkunnskap om prosjektets forskjellige temaer er ikke absolutt nødvendig, men vil gjerne være en fordel da det vil gjøre det lettere for prosesslederen å stille de riktige spørsmålene underveis.

I tillegg til teoretisk kunnskap har prosesslederen behov for praktisk trening i prosessledelse for å gjøre en god jobb. Gode forberedelser og en god plan er uvurderlig, men det vil alltid dukke opp forhold som gjør det nødvendig å improvisere noe. Da blir erfaringen og kunnskapene satt på virkelig prøve, og erfaringen blir viktig. Dette betyr at i store og kompliserte prosjekter bør en ha prosessledere med lang erfaring.

Prosesslederen skal være ekstern og nøytral i forhold til prosjektet, og skal ikke blande seg inn i diskusjonen underveis. Prosessleder er den som har ansvaret for prosessen, men det er viktig å poengtere at prosesslederen ikke er den som har svaret på alt. Men det må samtidig poengteres at han faktisk skal lede en gruppeprosess frem til et godt resultat. Dette betyr at han må ha lederegenskaper og være i stand til å lede gruppen. Prosesslederen må ha troverdighet og aksept hos gruppen, og nødvendig kunnskap og erfaring for å håndtere oppgaven.

En prosessleder som har de egenskapene som er ønsket er en mektig person i prosessen, og det er viktig at han er klar over hvor stor påvirkningskraft han har. Prosesslederen skal ikke på noe vis prøve å påvirke analyseresultatene. Det er viktig at han også sørger for at heller ikke andre maktpersoner (f.eks. prosjektlederen) får utøve utilbørlig påvirkning på resultatene. Prosesslederen må moderere de enkeltpersonene som forsøker å dominere prosessen og de som måtte ønske å påvirke resultatet. Prosesslederen må være observant på om gruppen er ensidig optimistisk eller pessimistisk og utfordre gruppen på dette hvis mistanken om optimisme eller pessimisme er tilstede.

6.3 Bruk av eksisterende grunnkalkyler

I (nesten) alle tilfeller hvor det skal gjennomføres en prosess for kostnadsestimering under usikkerhet vil det foreligge et mer eller mindre detaljert kostnadsunderlag som støtte for vurdering av de viktigste kostnadsbærerne. Kostnadsunderlaget kan være i form av en fullt utviklet grunnkalkyle eller i form av at det er estimert kostnader på de store kostnadsbærerne.

En utfordring med bruk av en slik grunnkalkyle eller tidligere estimerte kostnader er at en ofte ikke vet hvilke forutsetninger disse estimatene bygger på, og i hvilken grad det ligger usikkerhet inne i disse estimatene. Vi har tidligere vært inne på at et estimat må gjøres på

basis av en rekke forutsetninger om produksjonsmetoder og om forhold knyttet til prosjektet og verden rundt (her representert ved usikkerhetsfaktorene). I og med at grunnkalkylen blir laget før estimatsamlingen vil usikkerhetsfaktorene ikke være etablert. Dette kan føre til at deltakerne i grunnkalkyleprosessen har forskjellige bilder i hodet når de gjør sine estimater, og hva som legges inn av "ekstra" til dekning av for eksempel usikkerhet om geologi, grunnforhold, eller marked, er svært forskjellig. Selv om man klarte å koordinere dette blant de som etablerer grunnkalkylen, så vil bildet svært sjelden bli overført til deltakerne i prosessen for estimering under usikkerhet.

Fordelen med å identifisere usikkerhetsfaktorene før estimering av kostnadsbærerne er at man da kan låse forutsetningene for usikkerhetsfaktorene og at alle involverte da har noenlunde samme bilde i hodet når de viktigste kostnadsbærerne blir vurdert. Kostnadskonsekvensen som følge av at de låste forutsetningene er beheftet med usikkerhet blir knyttet til den enkelte usikkerhetsfaktor. Dette gjør at usikkerheten bare blir med en gang, og usikkerheten med årsaker blir synlig og kan håndteres.

Så er det samtidig klart at denne måten å arbeide på kan ha noen svakheter i forhold til systematisk dokumentasjon og sporbarhet som praksisen med en god, og på forhånd utarbeidet grunnkalkyle ikke har.

Samkjøring og erfaringsoverføring over tid i kalkylearbeid med mange personer involvert er forøvrig et stort og viktig problemområde, også med tanke på usikkerhetsvurderinger, men vi finner ikke plass til å diskutere dette nærmere her.

6.4 Håndtering av hendelser

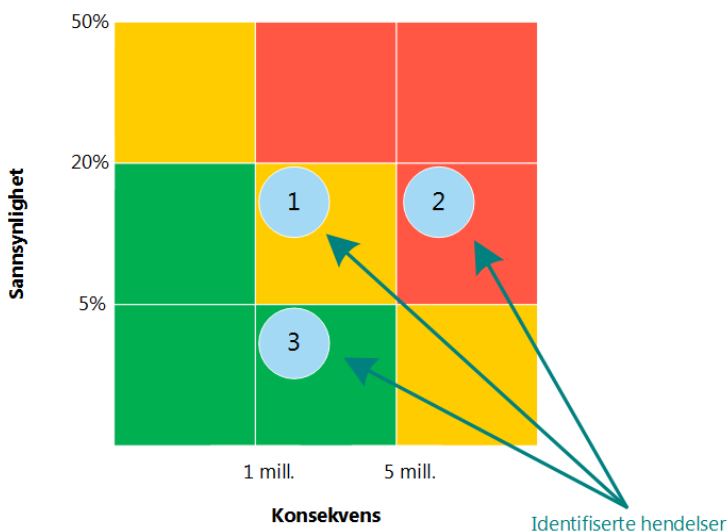
Alt som skjer i prosjekter er i grunnen hendelser. De fleste av disse hendelsene er imidlertid resultat av våre planer, beslutninger og målrettet arbeid, og derfor ventet med sannsynlighet nær 100 %. Usikkerheten relatert til disse hendelsene er knyttet til kostnadene eller eventuelt inntektene av konsekvensene, ofte kalt estimatusikkerhet. Det vi skal se litt nærmere på i det etterfølgende er de hendelsene som opptrer mer eller mindre tilfeldig, og da med langt lavere sannsynlighet. Usikkerheten her er om hendelsen vil opptre og hvilke konsekvenser det gir, og i tillegg hva de disse kan komme til å bety for prosjektresultatet positivt eller negativt.

Identifisering av mulige hendelser er altså en del av identifisering av usikkerhet, og håndteringen av dem vil variere etter art, sannsynlighet og konsekvensenes betydning. Vi skiller gjerne mellom tre typer – muligheter, trusler og katastrofer.

Figur 11 viser en risikomatrix som brukes til å sortere mulige trusler med tanke på sannsynlighet og konsekvens. Muligheter kan behandles på samme måte i en mulighetsmatrise.

Begge aksene i matrisen er oppdelt i felter som ofte er beskrevet med semantiske variabler, liten, middels, stor, svært stor ol. Hva som er lite og hva som er stort er blant annet avhengig av prosjektets størrelse, risikosynet til organisasjonen og hva som tåles av tap, og må be-

stemmes for hvert prosjekt. Når det gjelder sannsynlighet for trusler, er det ganske vanlig å si at hvis denne overstiger 50-60 % så regner vi som at det skjer.



Figur 10 Riskomatrise

Hendelser har ofte konsekvenser for mer enn kostnad, og vi kan ha flere matriser (for eksempel tid, kvalitet, omdømme og HMS) etter behov.

Mulige hendelser bygges inn i det kvantitative usikkerhetsbildet (og kostnadsoverslaget) ved å multiplisere kostnadskonsekvensene med deres sannsynlighet.

Noen hendelser er av typen "det verste som kan skje". Konsekvensene kan være nærmest katastrofale, og hvis sannsynligheten er for stor må prosjektet stoppes inntil det er gjennomført tiltak som får sannsynligheten eller konsekvensen ned på et akseptabelt nivå.

Enkelte katastrofemuligheter som er svært sjeldne, for eksempel av typen tusenårsflom og lignende, må vi som oftest bare leve med. Tiltak her vil som oftest være å overvåke situasjonen og eventuelt ha beredskap for å evakuere personell hvis hendelsen skulle opptre. De økonomiske konsekvensene må som oftest bæres av storsamfunnet.

Forventningsverdien av hendelser med svært liten sannsynlighet multiplisert med enorme økonomiske konsekvenser gir beløp som i denne sammenheng er uten mening. En tusenårsflom som er beregnet til å koste en milliard har en forventningsverdi på en million hvert år. Hvis dette beløpet plusses på budsjettet for et prosjekt som varer i fem år, er det 99,5 % sannsynlig at det ikke vil bli bruk for, i hvert fall ikke til det tenkte formålet. Skulle flommen

imidlertid komme, og de store konsekvensene åpenbare seg, vil fem millioner fra eller til ikke spille noen rolle.

For antallet identifiserte mulige hendelser med en påregnelig sannsynlighet og rimelige konsekvenser vil det være et poeng i å beregne forventningsverdiene og summere disse til et beløp som bidrar inn i prosjektets forventede kostnad. Hvis man i tillegg kan beregne spredningen på denne størrelsen vil dette også bidra til økt usikkerhetsavsetning.

6.5 Fallgruver i estimeringsprosessen

I estimeringssammenheng er det viktig å være klar over hvilke fallgruver som kan eksistere, selv om man har tilgang til en gruppe eksperter med relevant kunnskap, og selv om man gjennomfører en god gruppeprosess. Vi vil ikke gå i dybden på dette temaet, men nøyer oss med å trekke frem noen av de vanligste utfordringene man støter på.

For de som ønsker å fordype seg i problemstillingen henviser vi til litteratur om estimerings- og beslutningspsykologi, og anbefaler å starte med Concept-rapport nr. 17 «Beslutninger på svakt informasjonsgrunnlag - Tilnærminger og utfordringer i prosjekters tidlige fase» kapitlene 5 og 9.

Erfaring viser at det er spesielt to forhold som det er viktig å ha bevissthet om under gjennomføring av prosessen. Det ene er å unngå sammenblanding av analysesituasjonen og beslutningene i prosjektet. Slik sammenblanding oppstår når prosessledelsen og ressursgruppen er for nært knyttet til prosjektet, og problemet er da at det kan opptre interessekonflikt mellom hensynet til nøytralitet og hensynet til at prosjektet skal bli prioritert i budsjettssammenheng.

Det andre forholdet som krever en bevisst holdning er det som vi allerede har vært innom i kapittel 3 der vi omtaler sammensetning av ressursgruppe – nemlig tendensen til å være for optimistisk om egen evne til å gjøre gode estimater så vel som evnen til å gjennomføre operasjonene på en god måte. Det som Kahneman kaller *planning fallacy*. Begge disse fallgruverne har antakelig en fellesnevner i det som innenfor fagmiljøet går under betegnelsen prosjektforelskelse.

Faglitteraturen opererer med begreper som vurderingsskjevhet og beslutningsskjevhet. Dette kan defineres som tenkemåter som gjør at vi systematisk avviker fra hva vi oppfatter som rasjonelle vurderinger og beslutningstaking.

Årsakene til slike systematiske feil er mange, og vi skal nøye oss med å omtale noen få typiske i tillegg til det som allerede er sagt:

- **Manglende statistisk forståelse hos deltakerne.** Dette fører ofte til at estimatene blir for trange, i den forstand at estimatene av for eksempel P10 og P90 i virkeligheten blir P25 og P75.

Forståelsen av at relativ spredning i sannsynlighetsfordelingen av kostnader for enkeltelementer øker sterkt med oppdeling er også gjerne mangelvare.

- **Tiltro til irrelevant eller upålitelig informasjon.** All informasjon som blir gitt anses viktig, og man reflekterer ikke over hvor den kommer fra og om den er relevant for våre vurderinger.
- **Vektlegging av informasjon.** Ekstremtilfeller som gjerne har fått stor oppmerksomhet i mediene tillegges uforholdsmessig stor vekt i forhold til informasjon som er mer representativ for problemstillingen.
En slags deduktiv holdning som fører til at det legges overdreven vekt på den delen av informasjonen som understøtter våre forhåndsoppfatninger er heller ikke uvanlig.
- **Gruppepress og enighetspress.** Den viktige meningsbrytningen blir hemmet.
- **Forankring.** Selv eksperter, og selv i grupper, er mye mer påvirkbare enn de selv tror. I analysesammenheng gir dette seg utslag i at kalkyletall som foreligger gjerne blir sterkt retningsgivende for hva gruppen tror om kostnadene, og også har innvirkning på vurderingene om ytterverdiene. Forsøk viser at selv helt irrelevante tallstørrelser av typen trekk et tall eller kast med terning kan ha innvirkning på gruppers vurdering.

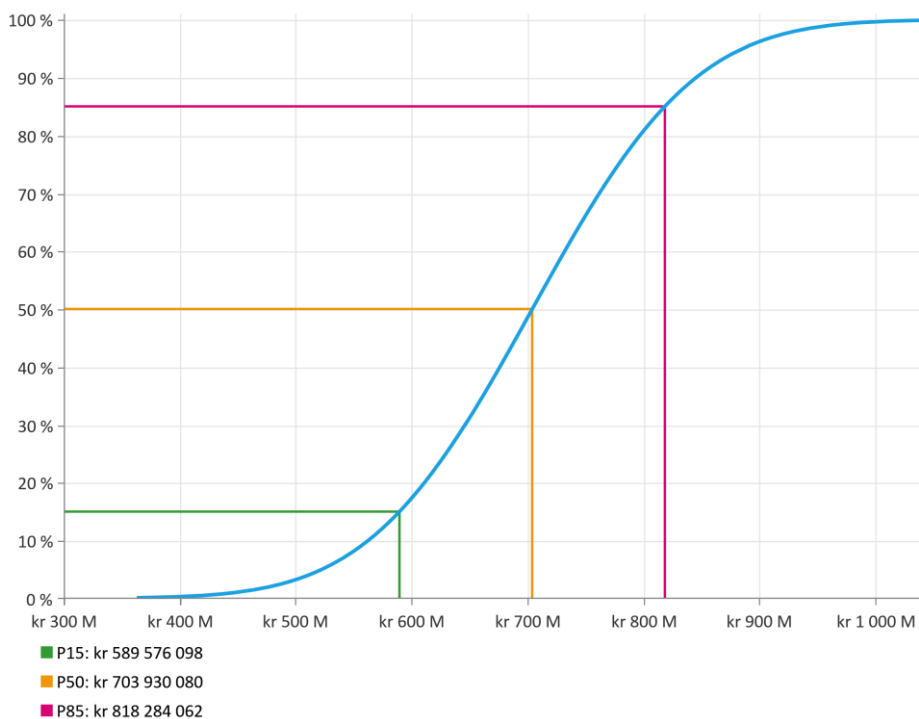
En viktig konklusjon fra litteraturen er at funn i beslutningspsykologi tilsier en langt større bruk av systematisk beslutningsstøtte (som for eksempel det som er beskrevet i dette heftet) på mange profesjonsområder enn hva som faktisk er tilfelle selv i dag.

7 Resultater

I dette kapittelet vil vi oppsummere noe om resultatene fra analysen som er beskrevet. Analysen har en egenverdi for de som har deltatt ved at de har fått prosjektet belyst gjennom diskusjon og meningsbrytning. Nyttene for alle andre gis ved at kunnskapen og analyseresultatene blir brukt i beslutninger og praktisk handling.

S-kurven

Det mest etterspurte resultatet fra analysen er vanligvis selve estimatet. I stokastiske kostnadsanalyser blir denne vist som en kumulativ sannsynlighetsfordeling. Ut fra denne kan tallstørrelsen bestemmes ut fra hvor sikker man vil være på at kostnadssummen ikke blir overskredet.



Figur 11: S-kurven

Usikkerhetsprofil

Usikkerhetsprofilen viser oss de kostnadsbærende og usikkerhetsfaktorene som bidrar mest til den totale usikkerheten, og dermed bør få høyest prioritet med tanke på tiltak

Element	Andel av usikkerhet
Hovedveg - Kostnad pr. m	28,10 %
Standardvalg	16,20 %
Alternativusikkerhet	12,50 %
Plan	8,90 %
Tillegg for kryss - Kostnad pr. stk.	5,00 %
Miljøtunnel. Kostnad pr. m	4,70 %
Geotekniske tiltak - Kostnad pr. m	4,30 %
Adm., plan, prosj., byggel.	2,60 %
Tekniske forhold	2,60 %
Støyskerming - Kostnad pr. M	2,40 %
Geotekniske tiltak - Lengde	1,90 %
Kortspennsbruer - Størrelse	1,70 %
Kortspennsbruer - Kostnad pr. m2	1,60 %
Miljømessige forhold	1,40 %
Bru over Glomma - Kostnad pr. m2	1,30 %

Figur 12: Usikkerhetsprofil

Mulige hendelser

Hendelser plasseres gjerne i en sannsynlighet-/konsekvensmatrise. Konsekvensene kan for eksempel være kostnader i kroner, tidsforsinkelser i uker eller mindre målbare størrelser som uttrykkes kvalitativt.

Kunnskapen

En strukturert gruppeprosess over noe tid genererer kunnskap om prosjektet ut over det konkrete kostnads- og usikkerhetsbildet. Her kan det være diskutert rundt for eksempel produksjonsmetoder, kontraktsformer, vederlagsformer og incentivmodeller, og medlemmene fra prosjektorganisasjonen har «fått prosjektet under huden», som det heter når man blir virkelig kjent med noe.

Rådene og forslag til tiltak

All erfaring som deltakerne besitter, sammen med kunnskap som er generert i prosessen, har (forhåpentligvis) blitt utnyttet til å gi prosjektorganisasjonen råd om både tiltak i forhold til usikkerheten og konkrete råd om for eksempel gjennomføringsmodell, arbeidsformer, styringsgrep og annet.

Magefølelsen (sammenlikning mot situasjonskartet)

Helt i starten av gruppesamlingen laget vi et bilde av hvilken magefølelse gruppen hadde om forskjellige viktige forhold i prosjektet – situasjonskartet. En sammenlikning av resultatene fra analysen opp mot denne magefølelsen er en god kvalitetssikring, og hvis det er store forskjeller bør gruppen gjøre en vurdering av hvorfor, og eventuelt søke å bringe sluttresultatene nærmere situasjonskartet hvis dette synes riktig.

8 Oppsummering

Hovedhensikten med en prosess for kostnadsestimering under usikkerhet er å få frem et mest mulig dekkende bilde over investeringskostnaden med tilhørende usikkerhet for et prosjekt. Det som kjennetegner gode kostnadsestimater er at «alle» forhold har vært vurdert, og at mulige virkninger av disse forholdene er kvantifisert og, etter beste skjønn, tatt inn i kostnadsestimatet. Endringer i usikkerhetsbildet oppnås som oftest ved tiltak. Enten ved forebygging, økt beredskap eller som tiltak for å øke nødvendig viten og kunnskap. Det er viktig å huske på at usikkerhet som regel ikke kan forutsettes vekk.

Kostnads- og usikkerhetsanalyser er en viktig del av grunnlaget for de fleste beslutninger i prosjektet, men det bør være et hovedprinsipp at analysen gjøres så nøytral som mulig, slik at resultatene ikke blir påvirket av hensyn til senere beslutninger.

En tradisjonell prosess for kostnadsestimering under usikkerhet består for det første av en forberedelsesfase som består i å sette sammen en ressursgruppe, klargjøre og sende ut materiale til deltakerne, og praktisk tilrettelegging. En viktig del av denne fasen er deltakernes egne forberedelser. Neste steg kalles estimatfasen. Denne dekker gjennomføring av en gruppeprosess med kalkulasjon, usikkerhetsvurdering og evaluering. Den siste fasen dekker etterarbeider som består av dokumentasjon av prosessen og etablering av beslutningsgrunnlaget.

I gjennomføringen av prosessen er det fire viktige roller som må dekkes. Rollen som eier av estimeringsprosessen dekkes av den som bestiller kostnads- og usikkerhetsanalysen og som eier analyseresultatene. Prosessleder er ansvarlig for gjennomføringen av analyseprosessen og rapporten med resultatene. Sekretær/datastøtte er ansvarlig for dokumentasjon under gjennomføringen av prosessen. Den siste, og viktigste rollen, består i å stille sin erfaring og kompetanse til disposisjon for å identifisere usikkerheter og estimere kostnader og usikkerhet. Denne rollen dekkes av en ressursgruppe.

Flere hoder tenker bedre enn ett. En gruppeprosess gir en bredere kunnskaps- og erfaringsbakgrunn, gjør det mulig å balansere forhåndsoppfatninger, gir økt mulighet for kreativitet, og medfører meningsbrytninger som er nødvendige for å sikre at «alle» forhold blir vurdert.

Gruppeprosessen består av en kvalitativ og en kvantitativ del og starter med å identifisere usikkerhet ved hjelp av en idédugnad.

Oppdelingen av prosjektomfanget bør følge ovenfra- og –ned tilnærmingen. Samtidig er det ønskelig at elementene i strukturen skal være stokastisk uavhengige av hverandre. Prosjektet brytes ned i så få overordnede kostnadsbærere som mulig.

Erfaring viser at det er spesielt to forhold som det er viktig å ha bevissthet om under gjennomføring av en estimeringsprosess. Det ene er å unngå sammenblanding av analysesituasjonen og beslutningene i prosjektet. Slik sammenblanding oppstår når prosessledelsen og ressursgruppen er for nært knyttet til prosjektet, og problemet er da at det kan opptre interes-

sekonflikt mellom hensynet til nøytralitet og hensynet til at prosjektet skal bli prioritert i budsjettsammenheng.

Det andre forholdet som krever en bevisst holdning er tendensen til å være for optimistisk om egen evne til å gjøre gode estimater, så vel som evnen til å gjennomføre operasjonene på en god måte.

Når en gruppe har vurdert de mest usikre forholdene i prosjektet i en prosess over flere dager, bør den kunnskapen og innsikten om prosjektet de har ervervet i denne tiden utnyttes til at prosjektleder kan få med noen råd på veien om hva som er viktig å gripe fatt i for å redusere risikoen og utnytte mulighetene som er avdekket.

Analysen avsluttes med en rapport som oppsummerer analyseprosessen. Den skal gjenspeile ressursgruppens syn på prosjektet og være en nøytral fremstilling. Den skal være en viktig del av beslutningsgrunnlaget for de etterfølgende veivalg, og en støtte for prosjektledelsen i det videre arbeidet.

Vedlegg

- A. Eksempel på agenda for gruppesamling
- B. Eksempel på innhold planleggingsnotat
- C. Eksempel på innhold estimatrapport
- D. Eksempel på skjema for usikkerhetsfaktor
- E. Eksempel på skjema for kostnadsbærer

Vedlegg A - Eksempel på agenda for gruppesamling

Dette er et eksempel på agenda for gruppesamling på et middels stort prosjekt.

Dag 1

Tidspunkt	Ansvar	Innhold
10:00	PL	Velkommen, formål med analysen, bli kjent rundt bordet
10:30	NN	Prosjektet, status for planleggingen, grunnlag for kostnadsanalysen
11:00	PL	Analysemetode, kjøreregler for samlingen, Mål for analysen, analyseforutsetninger.
11:15	PL	Oppstart analysearbeid: Situasjonsskart, modenhet
12:00		Lunsj
12:45	PL	Idedugnad (åpen brainstorming) om usikkerheter
14:30		Kort pause
14:45	PL	Strukturering av usikkerheter, definisjon av normalforutsetninger
15:30		Kort pause
15:45	PL	Estimatstruktur
16:00	PL	Estimering av kostnadsbærere
17:00		Slutt for dagen

Dag 2

Tidspunkt	Ansvar	Innhold
08:00	PL	Kort oppsummering av dag 1, kommentarer og ettertanke fra deltakerne
08:30	PL	Estimering av kostnadsbærere forts.
10:30	PL	Estimering av usikkerhetsfaktorer
11:30		Lunch
12:15	PL	Estimering av usikkerheter, forts.
13:30		Pause
12:45	PL	Gjennomgang av kostnadsposter med tallsetting fortsetter
13:30		Kort pause
13:45	PL	Vurdering av resultat
14:15	PL	Raffinering av resultatet
15:00	PL	Tiltak for reduksjon av usikkerhet
16:30		Slutt for dagen

Vedlegg B - Eksempel på innhold planleggingsnotat

1	Prosjektinformasjon	3
2	Oppdraget	3
3	Mål for usikkerhetsanalysen	4
4	Ressursgruppen	4
5	Referanseprosjekter	4
6	Grunnlag for analysen	4
6.1	<i>Grunnleggende analysemetodikk</i>	4
6.2	<i>Faste forutsetninger</i>	5
6.3	<i>Prosjektavgrensninger og grensesnitt</i>	7
6.4	<i>Estimatforutsetninger</i>	7
6.5	<i>Analyseavgrensninger</i>	7
7	Forslag til kalkylestruktur – kostnad	8
8	Foreløpig program	9
9	Om analysemetoden	10
10	Deltakernes forberedelser	12
11	Kjøreregler for usikkerhetsanalyse	12

Vedlegg C - Eksempel på innhold estimatrapport

Forord	2	
Sammendrag	3	
Innhold	5	
1	Prosjektinformasjon	7
1.1	Prosjektbeskrivelse	7
1.2	Oppdraget	7
2	Usikkerhetsanalysen	9
2.1	Metode og gjennomføring	9
2.2	Tidsplan/program for analysen	9
2.3	Målsetting	10
2.4	Deltakere i analysen	10
2.5	Referanseprosjekter	10
2.6	Underlagsmateriale	11
2.7	Kalkylestruktur	11
3	Prosjektgjennomgang	12
3.1	<i>Faste forutsetninger</i>	12
3.2	<i>Estimatforutsetninger</i>	13
3.3	<i>Prosjektavgrensninger og grensesnitt</i>	14
3.4	<i>Situasjonskart</i>	15
4	Resultater	19
4.1	Hovedresultater	19
4.1.1	<i>Sannsynlighetsfordeling</i>	20
4.1.2	<i>Usikkerhetsprofil</i>	20
4.2	Samvariasjon	23
4.3	Tiltaksvurdering	26
4.4	Prosessledelsens kommentarer	27
4.7	Konklusjon	28
Bilag	30	
Bilag A – Referanser	30	
Bilag B – Program for samlingen	32	
Bilag C – Inngangsdata – Kalkylepostene og usikkerhetsfaktorene	33	
<i>Kalkyleposter</i>	33	
<i>Usikkerhetsfaktorer</i>	45	
Bilag D – Kalkylestruktur	54	
Bilag E – Identifisering og strukturering av usikkerhet	59	

Vedlegg D - Eksempel på skjema for usikkerhetsfaktor

U1 Markedsforhold			
Usikkerhet:			
<ul style="list-style-type: none"> • Antall entreprenører som er interessert i jobben • Får vi entreprenører som er gode på gjennomføring • Mange samtidige prosjekt som konkurrerer om ressursene. • Nøkkeleresurser –det er usikkerhet rundt kapasiteten på slik kompetanse. • Det finnes et antall prosjekt som er i planleggingsfasen. • Markedet kjenner behovene. 			
Normalforutsetning:			
<ul style="list-style-type: none"> • Unntatt fra loven om offentlig anskaffelser. • Legger dagens marked til grunn når vi priser kostnadsbærerne 			
Håper på:			
<ul style="list-style-type: none"> • God konkurranse om jobbene og til en god pris. Timingen blir god. • Kapasiteten er der i riktig mengde. Rimeligere pristilbud. • Kunnskapsnivået er tilstrekkelig. • Nøkkeleresurser er tilgjengelige. 			
Frykter:			
<ul style="list-style-type: none"> • Dårlig konkurranse om jobbene som øker prisen. Dårlig timing ift konkurrerende oppdrag. • Dårlig kapasitet i markedet. • Manglende kunnskapsnivå. • Mangel på nøkkeleresurser. 			
Tror på:			
<ul style="list-style-type: none"> • Tror på svingninger i markedet, men at det ikke avviker veldig mye fra dagens marked. 			
Virker inn på: Alt			
Prosentats	<i>Minimum</i>	Mest sannsynlig	Maksimum
	-10%	0%	+ 15%

Vedlegg E - Eksempel på skjema for kostnadsbærer

Element C1	Tunneldriving		
Beskrivelse	<ul style="list-style-type: none"> Lengde 4470 T9,5, tverrsnitt 72,5 m2 Tunnelklasse F Rett under bosetning <p>Mengder:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sprengning tunnel, $72,5\text{m}^2 * 4470\text{m} = 324\ 075\ \text{m}^3$ Nisjer: $8 * 1200 = 9\ 600\ \text{m}^3$ Tverrforbindelser: $(8 * 10 * 20) = 1600\ \text{m}^3$ <p>Totalt 335 300 m3</p>		
Forutsetninger	<ul style="list-style-type: none"> God fyllitt hele veien Geologi som beskrevet i geologisk rapport Dagens marked ligger til grunn 		
	Lav	Sannsynlig	Høy
Mengde, m3	335 300	335 300	335 300
Pris/m3	160	200	240

Temahefter fra Concept-programmet

Hefte nr.	Tittel	Forfatter	Utgitt
1	Fleksibilitet i prosjekter – et tveegget sverd	Nils Olsson	2009
2	På sporet av relevans og levedyktighet	Ole Jonny Klakegg	2010
3	Gjøre det selv eller betale andre for jobben – Byggherrens valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekt	Ola Lædre	2012
4	Kostnadsestimering under usikkerhet	Frode Drevland	2013
5	I riktig retning. Prosjekters mål og målstruktur	Knut Samset	2014
6	Prosess for kostnadsestimering under usikkerhet	Olav Torp Frode Drevland Kjell Austeng	2015

Temahefter og andre publikasjoner fra Concept-programmet kan lastes ned fra programmets nettsider: www.ntnu.no/concept

Forskningsprogrammet Concept skal utvikle kunnskap som sikrer bedre ressurs-utnyttning og effekt av store statlige investeringer. Programmet driver følgeforskning knyttet til de største statlige investeringsprosjektene over en rekke år. En skal trekke erfaringer fra disse som kan bedre utformingen og kvalitetssikringen av nye investeringsprosjekter før de settes i gang.

Concept er lokalisert ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim (NTNU), ved Institutt for bygg, anlegg og transport. Programmet samarbeider med ledende norske og internasjonale fagmiljøer og universiteter, og er finansiert av Finansdepartementet.



Concept-programmet, Høgskoleringen 7A, 7491 Trondheim

Informasjon om Concept-programmet: www.ntnu.no/concept

ISBN: 978-82-93253-45-7 (papirversjon)

ISBN: 978-82-93253-46-4 (nettversjon)