



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Master i Industriell økonomi/ Prosjektledelse og risikostyring	Vår semesteret, 2013 Åpen / Konfidensiell
Forfatter: Tien Quang Nguyen (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Atle G. Guttormsen (Handelshøyskolen ved UMB) Veileder(e): Atle G. Guttormsen (Handelshøyskolen ved UMB)	
Tittel på masteroppgaven: Styring av usikkerhet i kostnader, knyttet opp mot store byggeprosjekter Engelsk tittel: Management of uncertainty in costs, related to major constructions	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Prosjektledelse Kostnadsstyring Usikkerhet	Sidetall: 74 + vedlegg/annet: 0 Stavanger, dato/år

FORORD

Denne oppgaven er skrevet i forbindelse med avslutning av masterprogrammet i Industriell Økonomi ved Universitet i Stavanger, våren 2013.

Oppgaven er hovedsakelig blitt gjennomført med veiledning fra Atle G. Guttormsen, professor ved Handelshøyskolen ved UMB, da oppgaven gikk ut på studie og analyse av prosjektledelse og økonomi.

Det har vært både krevende og utfordrende, men også en lærerik periode. Å sette seg inn i, og analysere et så stort og komplekst byggeprosjekt som Norges Bank bygget var svært tidskrevende, men veldig spennende.

Jeg vil med dette takke veileder Atle G. Guttormsen for hans tilgjengelighet og gode oppfølging gjennom hele semesteret. Gode råd, tips og tilbakemeldinger har hjulpet meg gjennom denne oppgaven.

Stavanger,

Tien Quang Nguyen

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	II
SAMMENDRAG.....	IV
1 INTRODUKSJON	1
2 TEORI	4
2.1 PROSJEKTLEDELSE.....	4
2.2 HÅNTERING AV USIKKERHET.....	9
2.3 KOSTNADSSTYRING.....	18
2.4 ESTIMERING.....	22
2.5 ENDRINGER.....	29
2.6 KONTRAKTSTRATEGI.....	32
2.7 ENTREPRISER	38
2.7.1 Hovedentreprise.....	38
2.7.2 Delentreprise	39
2.7.3 Generalentreprise.....	40
2.7.4 Totalentreprise.....	40
3 NORGES BANK I OSLO	43
3.1 BYGGET.....	43
3.2 ENDRINGER.....	44
3.3 ORGANISERING AV BYGGEPLASSEN	46
3.4 KOSTNADSSTYRING AV NORGES BANK.....	47
3.5 ENTREPRISE.....	49
3.6 KONTRAKTER	50
4 ANALYSE OG RESULTAT	52
4.1 KOSTNADSØKNINGEN I BYGGING AV NORGES BANK.....	52
4.1.1 Kostnadsøkning på grunn av endringer	52
4.1.2 Kostnadsøkning på grunn av prosjektadministrasjon.....	53
4.1.3 Kostnadsøkning på grunn av kostnadsstyring	54
4.2 SAMMENLIGNING MED TILSVARENDE PROSJEKTER.....	54
4.2.1 Nationalbanken i København, Danmark.....	55
4.2.2 Riksbanken i Stockholm, Sverige.....	56
4.2.3 Direkte sammenligning	57
4.3 FORBEDRINGER I NORGES BANKS PROSJEKTET.....	58
4.4 ANDRE EKSEMPLER	61
5 KONKLUSJON	62
6 VIDERE FORSKNING	64
LITTERATURLISTE	67
TABELL- OG FIGURLISTE	69

SAMMENDRAG

Usikkerhet, kostnader og prosjektledelse er noen nøkkelord i dagens industri. Et interessant tema innen byggevirksomheten er overskridelser, hva disse skyldes, hvorfor disse oppstår og hva som kunne utbedres for å unngå dette. Estimeringer, kostnadsstyring og administrasjon er viktige begreper i forbindelse med overskridelser. Byggeprosjekter kan være svært omfattende og store, målt i både tid og/eller kostnader. I senere tid har det blitt fokusert mer på prosjektledelse og styring av kostnader og usikkerhet ettersom at det viser seg å ha stor betydning for kostnader i gjennomføringen av prosjekter.

Oppgavens hovedmål går ut på analyse av byggingen av Norges Banks hovedsete i Oslo, og dets store overskridelse, hvorfor overskridelsen oppstod, hvilke endringer som kunne påvirket resultatet av prosjektet, og vise hvilken betydning prosjektledelse og styring av usikkerhet og kostnader har for et prosjekt og dets gjennomføring.

For å gjennomføre dette, vil oppgaven først ta for seg enkelte faktorer som kan ha stor betydning for prosjektets resultat, deriblant nevnte usikkerhet, prosjektledelse og kostnader. Det er gjort en grov analyse av byggingen av Norges Bank, der faktorer som resulterte i store tilleggskostnader er trukket frem. Norges Banks metode for gjennomføring av byggeprosjektet vil sammenlignes med dagens studier og erfaring av andre prosjekter; estimer, kompensasjonsformat, entreprisreform, administrasjon etc. Ut i fra dette vil vi kunne vise til hva de store overskridelsene i Norges Bank skyldes, hvorfor det endte med overskridelser, og betydningen av en god prosjektledelse og forventningsrette estimer.

Resultatene av analysen og sammenligningen forteller oss at Norges Bank først og fremst valgte en feil gjennomføringsmetode, der de selv påtok seg all ansvar for prosjektet. Videre var det mange, og store endringer gjennom hele prosjektet, både uforutsette og i senere faser, noe som resulterte i betydelige tilleggskostnader. Det viste seg at Norges Banks kostnadsrammer og –estimer var kraftig undervurdert, samtidig som de manglet erfaring og grunnlag for sammenligning, noe som gjør styringsverktøyet verdiløst. Et opplegg med overlapping av bygging og prosjektering som strakk seg over en dekadé viste seg å ha en stor betydning for de totale kostnadene.

Resultatene av analysen må dessverre tas med en klype salt, ettersom at konklusjonen ikke er tallfestet, og at dette bare er en prognose av hva som kunne blitt gjort annerledes. Resultatet illustrerer bare det teorien og erfaringen tilsier. For en mer realistisk analyse måtte talldata sammenlignes både i estimeringen, gjennomføringen og etter prosjektslutt.

For videre forskning i prosjektledelse- og gjennomføring har vi i dag flere programmer og teknikker som skal hjelpe prosjekter med estimering, planlegging og besparelser. Det forskes fortsatt på hva som kan forbedres i et prosjekt, spesielt med tanke på prosjektledelse og styring av usikkerhet og kostnader.

1 INTRODUKSJON

Yme er et oljefelt i Norskehavet plassert utenfor Egersund. I 2007 tok operatøren Talisman Energy over dette feltet etter at Statoil avsluttet sin kontrakt i 2001. Tidlig i 2009 skulle utbyggingen av Yme-feltet starte, og da plan for utbygging og drift ble godkjent i 2007, var prosjektet estimert til 4,4 milliarder NOK ifølge flere kilder. Talisman Energy har derimot selv sagt at de opprinnelige kostnadene var beregnet til 8,2 milliarder NOK. Problemer skulle oppstå, og ifølge Petroleumstilsynet hadde ikke Talisman Energy sett til at nødvendig preservering av utsyr og komponenter var i orden. Dette førte til tiårets sprekk på norsk sokkel. I følge Talisman Energy ble prosjektet i høst 2010 estimert til 11,5 milliarder NOK, inkludert verdien av plattformen, noe plan for utbygging og drift, PUD, ikke opererer med. De fleste kilder hevder derimot at prosjektet endte opp med 14,4 milliarder NOK i kostnader, og en overskridelse på nærmere 10 milliarder NOK, med andre ord en alvorlig kostnadsoverskridelse.

Byggingen av Norges bank i Oslo er et annet eksempel på betydelige kostnadsoverskridelser. Nybygget stod klart i 1986, men saken ble svært omstridt på grunn av store overskridelser. De totale kostnadene skulle ende på 2,8 milliarder NOK, mens den opprinnelige estimeringen som først kom frem i 1975 var på 202 millioner NOK med datidens verdi. Prosjektet strakk seg fra årsskiftet 79/80, og varte frem til årsskiftet 86/87. Bygget skulle opprinnelig være på 32 000 kvm, men endte opp med å bli 60 600 kvm. Endringer som for eksempel dette førte til justeringer i kostnadsestimatet underveis. Totalkostnaden ble til slutt stående på 2,8 milliarder kroner, og prosjektet ble senere omtalt som en historisk overskridelse.

Oppsiktsvekkende kostnadsoverskridelser som dette har ført til større fokus på styring av kostnader. De aller fleste prosjekter blir satt i gang med et estimert kostnadsbudsjett, men ikke alle ender opp med og klare å holde seg til dette budsjettet. Dette gjør at de fleste selskaper nå stiller spørsmål til usikkerheten i kostnader, og legger ressurser inn i styring av usikkerheten.

Formålet med denne oppgaven er å gjøre klart hva usikkerhet i kostnader betyr, hvilke faktorer som påvirker usikkerheten, og hvordan denne usikkerheten kan reduseres i store

byggeprosjekter. For å begrense oppgaven og gjøre det lettere å forstå problemene, er oppgaven knyttet til byggingen av Norges Bank bygget i Oslo, og deres situasjon.

Problemstillingen for denne oppgaven lyder som følger:

”Styring av usikkerhet i kostnader knyttet opp mot store byggeprosjekter”

I dagens prosjekter er usikkerhet et sentralt tema som de fleste bedrifter retter fokus mot. Styringen av usikkerhet har blitt en større del av prosjekter, og det blir lagt mer vekt på å redusere denne usikkerheten. Ved fokus på styring av usikkerhet vil man øke sjansen for å redusere kostnader, og kanskje oppnå bedre effektivitet. I et prosjekt vil det alltid oppstå usikkerheter, og større og kompliserte prosjekter vil som oftest ende med et større avvik mellom det planlagte og det som faktisk blir utført. Noen mener at en kostnadsanalyse, ene og alene, vil kunne defineres som styring av usikkerhet, mens andre mener at styring av usikkerhet bør knyttes opp til hele prosjektets gang og holde fokus på absolutt all avvik fra det planlagte frem til prosjektet blir overlevert.

Kostnader er en stor del av prosjektstyring, og det har i senere tid blitt rettet større fokus mot besparelser i kostnader. Store byggeprosjekter kan komme opp mot flere milliarder NOK, og styring av kostnader er derfor et interessant tema fordi en bedre forståelse og bedre styring av prosjekter vil kunne føre til store betydelige besparelser for investorer, interessenter og eventuelt andre oppdragsgivere. Investorer lever av fortjenester, og kostnadsbesparelser vil derfor være av spesielt stor interesse.

Denne oppgaven vil hovedsakelig ta for seg kostnader, styring av kostnader, og alle faktorer som knytter seg opp mot dette temaet i forbindelse med byggingen av Norges Bank i Oslo.

Det vil først og fremst bli lagt vekt på usikkerhet i kostnader knyttet opp mot et stort byggeprosjekt, Norges Bank bygget i Oslo, og hvordan styring av usikkerheten kan være med på å redusere betydelige kostnader. Målet med oppgaven er å bevisstgjøre om styring av usikkerhet faktisk gjør en forskjell i kostnadseffektiviteten, og eventuelt hvilke metoder som brukes og hva som kan forbedres, samt å eventuelt komme frem til en konklusjon til hvordan man faktisk kan spare kostnader i byggeprosjekter.

Det er mange faktorer som slår inn i et stort innviklet byggeprosjekt. Alt fra hvilke kontrakter som brukes til hva slags kompensasjon eller strategi som byggeherrene har valgt. Det er allerede utbedret forskjellige metoder og teorier som brukes i dagens prosjekter for hvordan et byggeprosjekt skal utføres. Typiske teorier og modeller som er brukt i dagens byggeprosjekter er:

- Prosjektledelse
- Usikkerhetsanalyse
- Kontraktstrategi
- Kompensasjonsformat
- Earned Value Analysis (EVA)

Denne oppgaven vil først ta for seg kostnader som empirisk grunnlag. Det vil bli presentert en teoridel, der enkelte definisjoner, modeller og formler knyttet til kostnader og kostnadsanalyser, samt usikkerhet, prosjektledelse og andre påvirkende faktorer, vil bli lagt frem for å best belyse problemstillingen i hovedoppgaven. Det er utallige faktorer som påvirker usikkerheten i kostnader, men vi har valgt å begrense oss til noen få faktorer vi mener vil gi størst utslag i kostnader. Deretter vil vi analysere prosjekteringen av byggingen av Norges Bank i Oslo, og drøfte hva årsaken til de store overskridelsene skyldes, og hva som eventuelt kunne forbedres for å redusere eller unngå overskridelsene. På tampen av oppgaven vil vi presentere en konklusjon som oppsummerer problemstillingen i oppgaven.

2 TEORI

I dette kapittelet vil det bli presentert forskjellige teoretiske emner som er relevant til denne oppgaven. Vi vil først ta for oss prosjektledelse og usikkerhetshåndtering, og vil deretter jobbe oss nedover mot kostnadsstyring, estimater, endringer, kontrakter og kompensasjonsformat.

2.1 Prosjektledelse

Et prosjekt kan defineres på mange forskjellig måter, men felles for alle prosjekter er følgende faktorer:

- Midlertidig opprettelse
- Produktet eller tjenesten er unikt
- Avgrensning i omfang

Et prosjektskyklus består som oftest av 5 prosessgrupper:

- Scoping
- Planlegging
- Igangsetting
- Oppfølging og kontroll
- Avslutning

Og 9 ledelsesområder:

- Integrasjon
- Scope
- Tid
- Kostnad
- Kvalitet
- Innkjøp
- Personell / Human Resources
- Kommunikasjon
- Usikkerhet

Kort forklart følger ethvert prosjekt en form for denne modellen. Modellen viser at hele prosjektet starter med scoping, der mål og hensikt blir satt i fokus. Deretter må prosjektet planlegges. I denne fasen vil prosjektets aktiviteter bli lagt frem, og identifisering av avhengigheter og rekkefølge av aktivitetene gjort klart. Det vil bli estimert tid og totale kostnader, hvilke ressurser som trengs, hvilke usikkerheter som kan forekomme, og hvordan disse eventuelt skal håndteres. Når denne fasen er gjort klart, vil prosjektet iverksettes, som betyr at prosjektet settes i gang, og det planlagte arbeidet vil bli utført. Neste prosessgruppe er oppfølging og kontroll. Arbeidet følges opp, kontrolleres og rapporteres underveis som arbeidet blir utført. Problemer og usikkerheter som oppstår vil bli identifisert, og løsninger blir utarbeidet. Avslutningen til et prosjekt skjer ved at resultatet blir overlevert, og papirer og dokumentasjoner foretas, og resultatene viser til at prosjektmålet er akseptert av oppdragsgiver.

En god prosjektledelse bør ha kontroll på de 9 områdene nevnt ovenfor. Herunder finner vi blant annet usikkerhet, tid og kostnader som vi kommer tilbake til senere. I tabell 1 nedenfor ser vi hvordan ledelsesområdene er satt opp mot prosessgruppene.

Prosjektledelse går ut på å finne den beste kombinasjonen av innsatsparameterne til faktorene ovenfor for å få til et best mulig resultat. Med andre ord vil man finne den rette balansen mellom de tre hovedfaktorene i et prosjekt; tid, kostnad og kvalitet.

Tabell 1 Ledelsesområder vs. prosessgrupper

Prosessgrupper → Ferdighetsområder ↓	Scoping	Planlegging	Launching Process Group	Oppfølging og kontroll	Avslutning
Integrasjonsledelse	X	X	X	X	X
Scope management		X		X	
Tidsstyring		X		X	
Kostnadsstyring		X		X	
Kvalitetsstyring		X	X	X	
Personalledelse		X	X	X	
Kommunikasjonsledelse		X	X	X	
Usikkerhetsstyring		X		X	
Innkjøpsledelse		X	X	X	X

Historisk sett kan man se at prosjektledelse i senere tid har blitt et viktigere tema. I en sammenligning av førstegenerasjonsprosjekter i Nordsjøen med nyere prosjekter, påpeker Hetland (2003) at bedre prosjektledelse har ført til færre overskridelser mot slutten av 1980-tallet. Grunnen til dette var at mangel på data og erfaring førte til de fleste prosjekter ble underbudsjettet. I dag finnes det mange forskjellige databaser der tidligere prosjekter, hendelser og resultater blir bokført. Disse databasene kan brukes som erfaring til estimat av fremtidige prosjekter.

Studier av Pennypacker (2002) viser at de spurte industriselskapene har klart å redusere omfangsendringer med 34% i gjennomsnitt på de utførte prosjektene, 30% bedring i budsjettering og 34% forbedring i tidsplanlegging. De samme studiene viser at IT selskaper har hatt en forbedring på 38% i tidsplanlegging og 33% forbedring i tids- og kostnadsestimering.

Med andre ord kan vi konkludere med at prosjektledelse har en stor innflytelse på hvordan prosjektet blir gjennomført. Summen av de spurte industriselskapene gav en gjennomsnittlig Return On Investment (ROI) på 27%, noe som viser at organisasjoner vil oppnå bedre resultater med prosjektledelse.

Wysocki, Beck og Crane (1995) har konkludert med det de mener er ti kjennetegn for mislykkede prosjekter:

1. Kundens kriterier for tilfredshet er ikke forhandlet
2. Prosjektet har ikke lenger høy prioritet
3. Ingen synes å ha ledelsen
4. Tidsplanen er for optimistisk
5. Prosjektplanen benyttes ikke for å styre prosjektet
6. Tilstrekkelige ressurser er ikke stilt til disposisjon
7. Prosjektets status følges ikke opp mot gjeldende plan
8. Det mangler en formell kommunikasjonsplan
9. Prosjektet har mistet opprinnelig mål av syne
10. Det eksisterer ingen ledelsesprosess for endringer i prosjektet.

Hva kan sies å være et mislykket prosjekt er vanskelig å definere, men med utgangspunkt i de ti kjennetegnene ovenfor kan det konkluderes med at mislykkede prosjekter ofte er prosjekter som gjennomføres med avvik fra estimert tid, kostnad og kvalitet målt opp mot de faktisk utførte verdiene. I så fall vil det være naturlig å ha to innfallsvinkler på hvorfor disse avvikene oppstår. Som følge av:

- svake planer og estimater, men vellykket gjennomføring
- gode planer og estimater, men med svak gjennomføring

Omfanget av prosjektet vil ha stor betydning for hvordan det estimerte avviker fra det faktiske. Studier av Wsocki, Beck og Crane, viser at man kan rangere forskjellige prosjekter etter risiko, varighet, teknologi og kompleksitet. Videre fremkommer det at større prosjekter (varighet over 18 måneder) bærer på større risiko enn mindre prosjekter (varighet under 18 måneder) og større kompleksitet, noe som igjen forteller at det er større sannsynlighet for tekniske problemer. Strengt tatt vil prosjekter med store kostnader også bli definert som større prosjekter ettersom at tid i utgangspunktet henger sammen med kostnader.

Større prosjekter kan i mange tilfeller deles opp i mindre delprosjekter. Rolstadås (2006) viser til utbygging av en motorvei som et eksempel der det kan deles opp i delprosjekter eller såkalte utbyggingstrinn. Flere relaterte prosjekter kalles gjerne prosjektklynger, og en slik prosjektklynge kan defineres forskjellig ut i fra hvordan prosjektene relateres.

Pennypacker og Dye (2002) skiller ut ulike måter å organisere flere prosjekter på, hovedsakelig følgende metoder:

Den første metoden kalles ”Program” (familie av prosjekter), der delprosjektene fremstilles som pakker i hovedprosjektet. I denne metoden er alle delprosjektene med på å ferdigstille resultatet i hovedprosjektet. Disse delprosjektene kan dermed være avhengige av hverandre, i den forstand at delprosjekt C1 ikke kan begynnes før delprosjekt A3 ikke er klargjort.

Den andre metoden fremstiller alle delprosjekter som individuelle prosjekter der hvert enkelt prosjekt leverer sitt resultat etter behov og prioritering av prosjektets viktighet. I denne metoden er ingen av delprosjektene avhengige av hverandre i den grad at resultatet av prosjekt C1 ikke har betydning for oppstart av prosjekt A3.

Uavhengig av om man det er ett stort prosjekt eller delprosjekter, vil prosjektledelse være viktig for å oppnå en vellykket gjennomføring med fornøyde interessenter.

Rolstadås (2006) påpeker at god prosjektledelse kan oppnås dersom man klarer å kontrollere og overvåke svarene følgende tre spørsmål nevnt som styringsvariabler:

- Hvor lang tid trenger man for å fullføre prosjektet?
- Hvor stor bemanning trenger man?
- Hvor store kostnader påløper?

Tiden det tar å fullføre et prosjekt vil bare bli estimert som summen av tiden det tar å fullføre alle delprosjekter. Her vil man ta del i hvilke delprosjekter som er avhengige av hverandre og når delprosjektene kan startes og avsluttes. Det finnes nettverksteknikker som Critical Path Method (CPM) som tar del i å finne disse sammenhengene, og samtidig finner eventuelle flaskehals. I enkelte tilfeller vil man snu CPM og kjøre baklengs tilnærming for å finne starttidspunkt for gjennomføring.

Hvor stor bemanning som trengs for å fullføre prosjektet kan estimeres ved hjelp av flere metoder. Ved å etablere forskjellige kategorier for nødvendig arbeidskraft kan man estimere hvor mange timer som trengs i hver kategori. Antall timeverk kan deretter konverteres til antall arbeidstakere, for så å fremstille resultatet i et histogram i relasjon til tid. Dette vil gjøre det enklere å kontrollere og allokere den tilgjengelige arbeidskraften til enhver tid.

Kostnadsestimeringer vil bli utført for å ha en viss kontroll på hvor store kostnader som vil bli påkostet i prosjektet. Her vil estimatene også gjøres for de forskjellige kategoriene; bemanning, transport, administrasjon, innkjøp og konstruksjon. Ofte er det estimer bundet opp mot vekt/volum, tid og kostnader. Earned Value Management (EVM) er et eksempel på en metode brukt for å holde kontroll på progresen i et prosjekt.

Etter at styringsvariablene er tilstrekkelig forklart og gjennomføringen er i gang, vil det være nødvendig med oppfølging av prosjektet. Rolstadås (2006) deler oppfølgingen opp i to hovedgrupper:

- Registrere fremdrift
- Iverksette korrektive tiltak

I tillegg til de nevnte spørsmålene angående styringsvariablene, identifiserer Starve og Thormodsæter (2007) følgende spørsmål om prosjektoppfølgning:

- Holder vi god faglig kvalitet?
- Er samarbeidsforholdene i prosjektene gode?
- Fungerer ressurstilgangen som forutsatt?

Også ikke-kvantifiserbare faktorer i prosjektet vil ha stor betydning for resultatet både økonomisk og planmessig, både positivt og negativt.

2.2 Håndtering av usikkerhet

Prosjekter kan være alt fra standardiserte til mer komplekse, og kan strekke seg over lang tid, med store investeringer. Det vil derfor alltid oppstå en viss grad av usikkerhet knyttet til forutsetninger, tidsplaner, kostnadsestimeringer, kompetanse, kvalitetskrav, involverte aktører og andre interessenter. På samme måte som i dagligspråket, der begrepet usikkerhet kan knyttes til noe positivt og negativt, kan vi i dette studiet knytte begrepet usikkerhet til risiko og muligheter i et prosjekt. Her vil positive utfall være muligheter, mens negative utfall forklares som konsekvens i risikodelen i prosjektet.

Usikkerhet kan håndteres på forskjellige måter, men først og fremst må man bli kjent med de ulike typer usikkerhet som kan oppstå i prosjekter. Dette innebærer å identifisere og analysere de forskjellige usikkerhetene som kan oppstå, å lage en tiltaksplan og følge opp og kontrollere ved implementering av planen.

Usikkerhet kan deles inn i tre hovedgrupper:

- Intern og ekstern usikkerhet
- Hendelses- og estimatusikkerhet
- Informasjons- og tolkningsusikkerhet

Intern usikkerhet går ut på usikkerheten knyttet til målsettingen og planleggingen av prosjektet. Uansett hvilken type usikkerhet som oppstår vil det være essensielt å være oppmerksom på dette, og finne ut en måte å håndtere denne usikkerheten på. På denne måten vil man kunne øke sjansen for å gjennomføre et vellykket prosjekt. Gjennom grundig og godt forarbeid, med god prosjektledelse som nevnt ovenfor vil man ha bedre kjennskap til ulike usikkerhetsfaktorer samtidig som man vil være bedre forberedt på å takle eventuelle uforutsette hendelser.

Ekstern usikkerhet kan igjen deles inn i tre grupper:

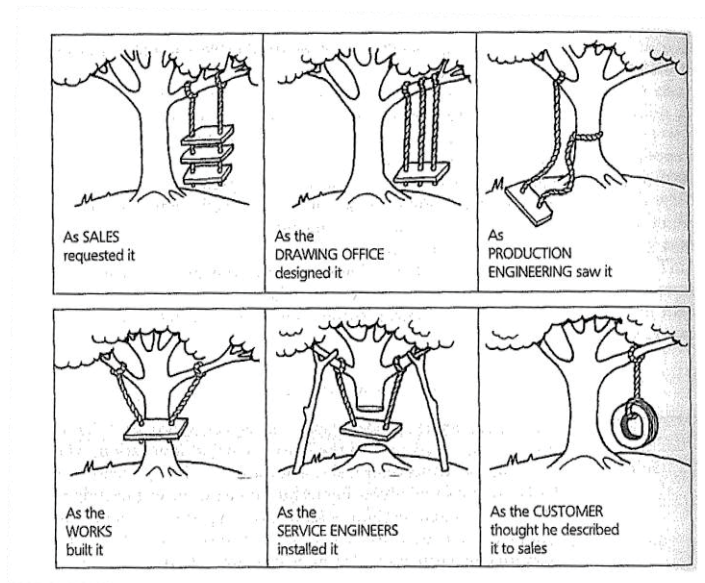
- Tilstandsusikkerhet
- Effektusikkerhet
- Responsusikkerhet

Disse er alle usikkerhet knyttet til de eksterne omgivelser rundt prosjektet. Tilstandsusikkerhet er knyttet til karakteristika og egenskaper ved omgivelsene, mens effektusikkerhet er knyttet til hvilken effekt en hendelse eller endring i omgivelsene har på prosjektet. På samme måte er responsusikkerhet knyttet til hvordan man skal respondere på hendelsen eller endringen i omgivelsene.

Hendelsesusikkerhet kan best forklares som en hendelse som kun har to utfall. Enten inntreffer hendelsen og har en direkte påvirkning på prosjektet og prosjektets mål, eller så inntreffer den ikke, og vil dermed ikke ha konsekvens på prosjektet og dets mål.

Estimatusikkerhet er usikkerheten som skyldes mangel på informasjon om prosjektet, noe som igjen fører til at man må ta forutsetninger og gjøre antakelser for å kunne planlegge. Denne type usikkerhet kan sies å være ”kontinuerlig”, noe som vil si at resultatet kan forventes på bli en av verdiene innenfor et kontinuerlig utfallsrom.

Informasjonsusikkerhet oppstår som oftest på grunn av mangel på informasjon. Som i estimatusikkerhet vil dette si at antakelser og forutsetninger må tas for å gjennomføre en oppgave.

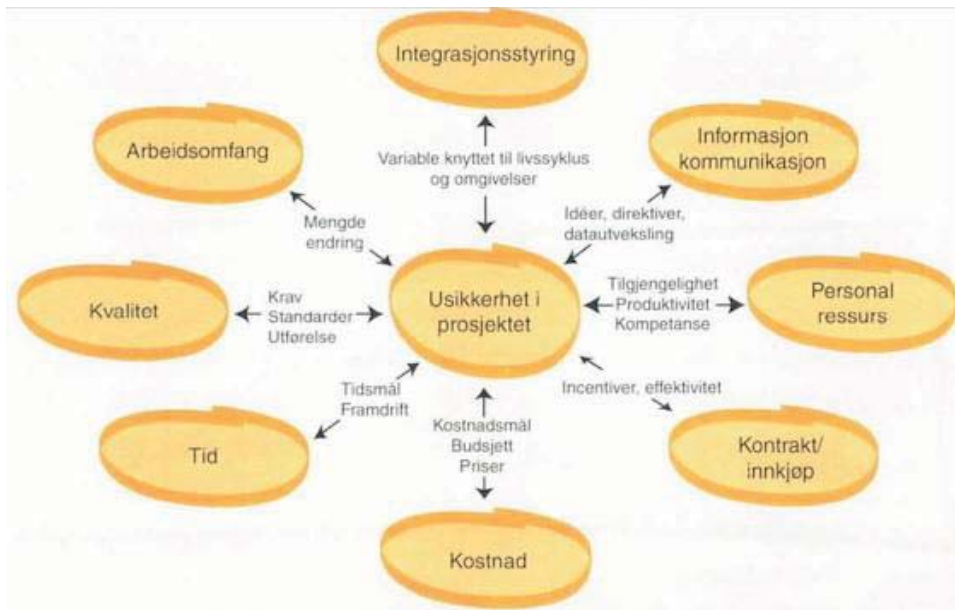


Figur 1 Tolkingsusikkerhet

Tolkingsusikkerhet er usikkerheten knyttet til forskjellige tolkninger av en og samme informasjon. Et godt eksempel er illustrert i figur 1. Samme informasjon kan i flere tilfeller bli tolket på ulike måter.

Det er mange elementer som spiller inn på usikkerheten i et prosjekt, og alle elementene har forskjellige sannsynligheter for å inntreffe, samtidig som de igjen har forskjellige konsekvenser for målet satt for prosjektet. Figur 2, nedenfor, viser forskjellige elementer som spiller inn på usikkerheten i et prosjekt.

For å oppnå store gevinster, må man ofte ta større risiko, men dersom usikkerheten blir for stor, er det naturlig å eliminere denne store risikoen, og gå for noe sikrere som nærmer seg resultatoppnåelsen man ville. Det blir derfor avgjørende å ha en metode for styring av usikkerhet, som systematisk behandler usikkerheten til det beste for prosjektmålet. For prosjektet betyr styring av usikkerhet at man alltid har en proaktiv holdning, og hele tiden er forberedt på at noe uforutsett kan inntreffe.



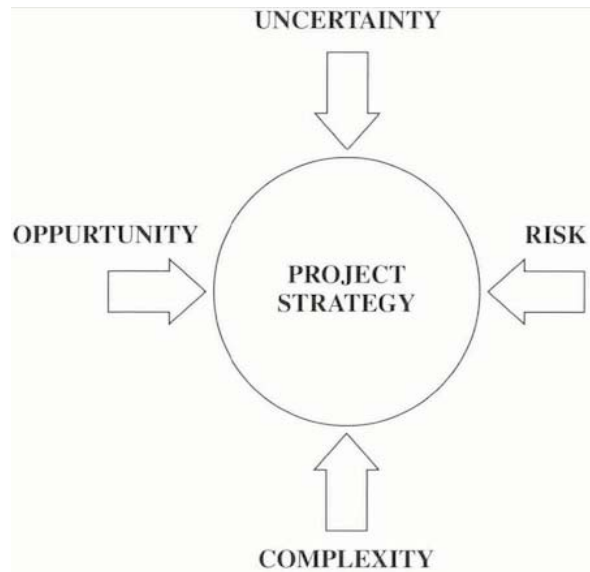
Figur 2 Sammenheng mellom usikkerhet og påvirkende elementer i et prosjekt (Husby et al., 1999)

Husby et al. (1999) definerer usikkerhetsstyring som en kontinuerlig aktivitet for å identifisere, analysere og følge opp usikre forhold i et prosjekt og gjennomføre forbedringstiltak. Det skal gjennomføres på en slik måte at man utnytter kunnskap, erfaringer og kreativitet som finnes i prosjektorganisasjonen.

Figur 3 viser forskjellige påvirkninger på en prosjektstrategi; muligheter, risiko, usikkerhet og kompleksitet. Formålet med styring av en usikkerhet er å utnytte muligheter, redusere risiko, akseptere usikkerhet og overføre usikkerheten.

Prosjektet kan utnytte muligheter ved å velge det riktige konseptet tilpasset prosjektet. Et eksempel kan være å ta i bruk en ny type teknologi eller løsning for måloppnåelsen i prosjektet. Dersom man lykkes innenfor satte rammer og mål, vil man kunne redusere både kostnader og tid. Men et slikt alternativ er uvitende, og kan gi et motsatt utslag, ettersom det som regel ligger lite erfaring bak en slik løsning, og dette vil føre til negative konsekvenser for prosjektet og dets mål.

Innovasjon, nyskaping, ambisiøse mål og rammer, samt alternative samarbeidsformer, kjennetegner et prosjekt på jakt etter stor og rask suksess, men dette innebærer ofte stor risiko og usikkerhet.

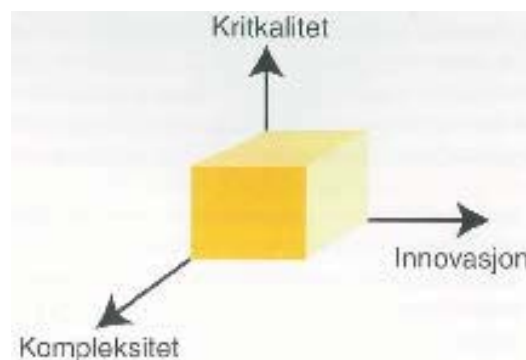


Figur 3 Påvirkninger på prosjektstrategi (Hetland, 2003)

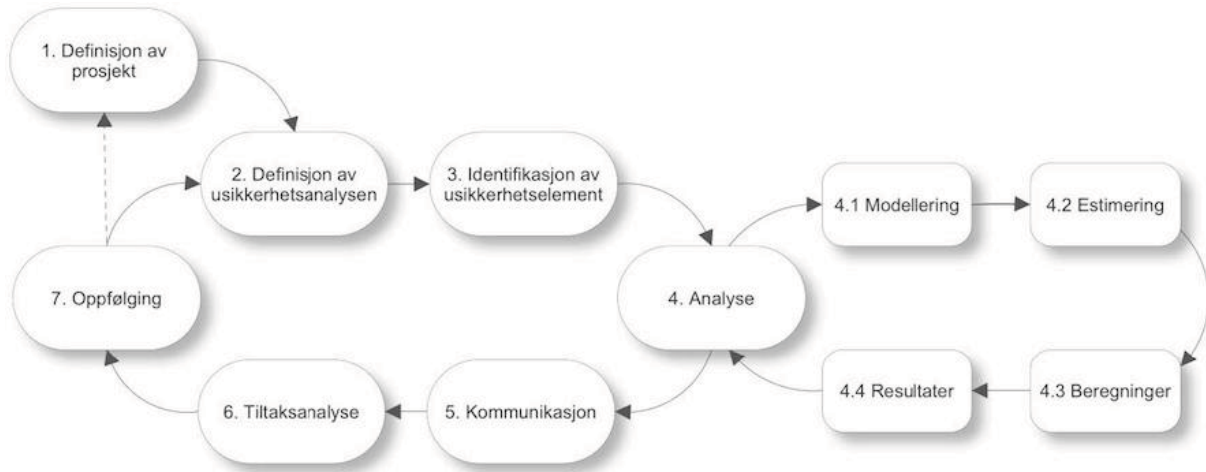
Prosjektledelsen kan iverksette tiltak mot reduisering av den oppståtte risikoen og usikkerheten ved å for eksempel beslutte å bruke kjent teknologi, i stedet for å ta risikoen ved å bruke ny usikker teknologi. Prosjektledelsen kan også velge å overse denne usikkerheten, men må da bære risikoen av et negativt utslag i form av økte kostnader og forsinkelser.

Det siste alternativet er å overføre usikkerheten til en av de andre aktørene involvert i prosjektet. Dette kan gjøres ved avtaler, kontrakter og/eller forsikringsordninger. I disse tilfeller vil det gis risikopremier til den som bærer usikkerheten.

Usikkerhet øker proporsjonalt med kritikalitet, innovasjon og kompleksitet, og styring av usikkerhet må gjennomføres gjennom hele prosjektets gang, for å øke verdiskapningen og redusere usikkerheten.



Figur 4 Prosjektutvikling i 3 dimensjoner (Husby et al., 1999)



Figur 5 Prosess for styring av usikkerhet (Torp og Kilde, 1996)

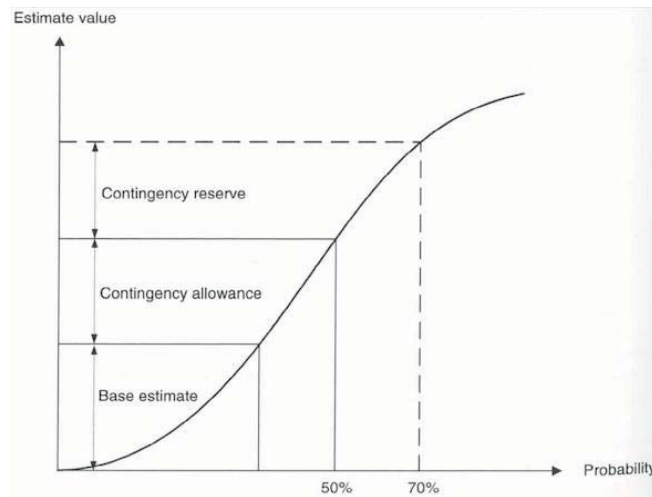
Tiltak og beslutninger bør foretas så tidlig som mulig, da endringskostnader er lavest, og effekten størst. Valg av tiltak avhenger av at beslutninger som kostnader og inntekter baserer seg på, er forventningsrette, og at usikkerheten ved alternativene er kjente. Figuren ovenfor illustrerer et eksempel på prosessen for styring av usikkerhet.

Rolstadås (2006) deler derimot usikkerhet inn i to hovedgrupper:

- Uforutsett
- Uspesifisert

Den uspesifiserte usikkerheten dekker faktorene man vet vil forekomme, men som man ikke kan sette en spesifikk verdi på, denne er knyttet til usikkerhet i estimer, et eksempel på en slik usikkerhet, er markedssvingninger. Den uforutsette usikkerheten er faktorer man ikke forventer å forekomme, slike som vesentlige endringer i vær eller politiske forhold.

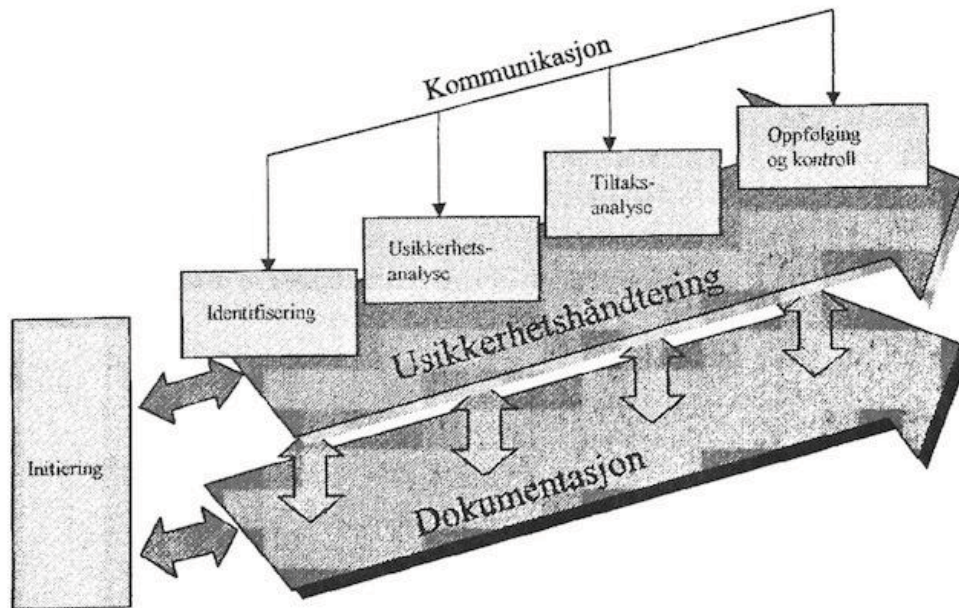
Figur 6 viser referanseestimatet med andel contingency relativ til sannsynlighet og verdi på estimat (Morris & Pinto, 2004a). Vi ser en 50/50 sannsynlighet gir en verdi lik referanseestimat + ”contingency allowance”, som er uspesifisert usikkerhet.



Figur 6 S-kurve og størrelse på contingency (Morris & Pinto, 2004)

Det finnes som sagt mange ulike metoder for håndtering av usikkerhet. Vi har tidligere vist en mer detaljert illustrasjon av prosessen for håndtering av usikkerhet i prosjekter gjennom planlegging og styring. Nedenfor skal vi forklare mer hvilke prosesser som går gjennom ved en typisk fremgangsmåte for håndtering av usikkerhet. Figur 7 nedenfor viser en enkel og typisk prosess for håndtering av usikkerhet i et prosjekt.

Det første og viktigste i startfasen er å sette sammen et team som har ansvar for prosjektet. Dette teamet bør ha kompetanse og erfaring med hvordan byggeprosjekter foregår. Oppfølging av prosjektet utgjør en stor del av et prosjekt, og avgjørelser underveis vil ha stor betydning for sluttresultatet. God planlegging er nøkkelordet, og det essensielle i et vellykket byggeprosjekt, men større byggeprosjekter vil alltid være mer komplisert enn mindre prosjekter. Og kompliserte byggeprosjekter vil ikke alltid gå som planlagt uansett hvor godt forarbeid og planlegging som legges ned i startfasen. Usikkerheten i avgjørelser angående endringer vil som oftest føre til konsekvenser som høyere kostnader og utgifter. Denne usikkerheten vil de fleste redusere, og ved bedre styring av usikkerheten vil man kanskje kunne unngå høyere kostnader.



Figur 7 Prosess for håndtering av usikkerhet

Et stort byggeprosjekt krever god organisering og koordinering av forskjellige personer og bedrifter. Allerede her starter styringen av et prosjekt. Hvilke bedrifter skal få utføre jobben, hva slags strategi skal brukes, hvilke kontrakter og kompensasjonsformat skal gjelde, hvem skal ta avgjørelsene, hva som skal vektlegges mest mellom kvalitet og kostnader. Styring av usikkerheten kan på en måte sammenlignes med risikostyring. Mye er basert på analyser og scenarier av hva som kan hende, og hva som burde endres hvis dette måtte hende.

Som vi ser i figuren for håndtering av usikkerhet, er det viktig med en initieringsprosess der prosjektets mål og plan blir uformet. Innhenting og gjennomgåelse av relevant informasjon vil bli viktig i denne fasen. Typiske prosjektmål vil være resultatmålene; økonomi, tid og ytelse. Samtidig vil det være viktig å sette akseptgrenser for usikkerhet, altså definisjon av høy/middels/lav nivåer for sannsynlighet og konsekvenser, og grensen mellom kritisk/betydelig/neglisjerbar usikkerhet. Utforming av plan for prosessen bør dekke følgende rammer:

- Hva skal analyseres (kostnad, tid, hele eller deler av organisasjonen, etc.)?
- Hvem skal delta?
- Hvilke fremgangsmåter skal benyttes (kvantitativ eller kvalitativ metode, dataverktøy, etc.)?

- Hvilke ressurser er satt av til håndtering av usikkerhet?
- Hvordan skal håndteringen av usikkerhet organiseres?
- Hvor ofte skal det gjennomføres usikkerhetsanalyser?
- Hvordan skal informasjon om usikkerhetene og tiltakene dokumenteres?
- Hvilke effekter ønsker organisasjonen å oppnå ved å utføre en slik analyse?

Deretter vil man skaffe grunnlagsdokumentasjon, dokumenter relevante for usikkerhetshåndteringen; overordnede strategier og målsetninger, planer og styringsdokumenter, prosjektdokumenter, kontrakter/kontrakts planer, tidsplan, kostnadsestimeringer og budsjett, framdriftsrapporter og ressurser og kompetanse.

I identifiseringsfasen vil det være viktig å identifisere alle elementer som kan påvirke usikkerheten til prosjektet i både positiv og negativ retning, for deretter å systematisere disse slik at det blir overkommelig å håndtere. Ved å strukturere og systematisere usikkerhetene kan overlapping unngås.

Neste trinn vil være usikkerhetsanalysen. Her vil man analysere hvordan usikkerhetselementene vil påvirke prosjektets mål og rammer. Man vil kunne rangere og prioritere usikkerhetselementene. Kort forklart kan sannsynlighet og konsekvenser settes opp i matriser, tabeller og grafer. Dette vil gi et syn på hvilke risikoer og muligheter et prosjekt har ved inntrufne hendelser.

En tiltaksanalyse vil vise hvor, og hvilke, tiltak som bør tas for å unngå en uforutsett hendelse. Tiltakene iverksettes for å redusere usikkerheten, eventuelt å unngå den, eller bare å utnytte den. Tiltakene bør vurderes ut i fra prioriteringen av usikkerhetselementene, og hvert tiltak bør ha en kort beskrivelse av hva tiltaket går ut på, den ansvarlige for at tiltaket gjennomføres, dato for når tiltaket skal tas i bruk og når det skal avsluttes. Tabell 2 viser et eksempel på en slik tiltaksplan.

Tabell 2 Tiltaksplan

Nr	Usikkerhetselement	Tiltak	Ansvar	Tid	Kostnad	Nytte	RestU
1	Kompetanse og produktivitet	Sette krav til medarbeidere, god oppfølging	PL	01.05	Lav	Høy	Middels
2	Justeringer og feil	Nøye avstemme og teste funksjoner i utviklingsfasen	PL	01.09	Lav	Høy	Lav
3	Definisjon av behov	Verifiser alle krav mot brukerne	PL	01.05	Lav	Høy	Middels

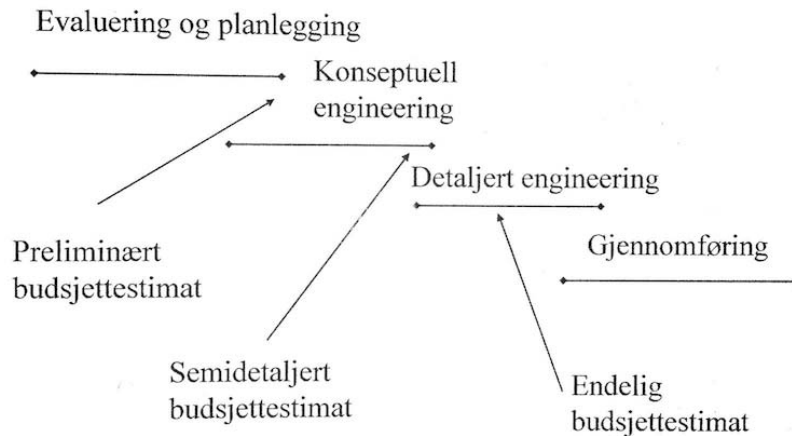
I oppfølgings- og kontrolltrinnet skal man overvåke og oppdatere usikkerhetsbildet. Målet er å håndtere usikkerheten ved å utnytte muligheter og redusere risiko. Tiltakene som er iverksatt må evalueres og følges opp. Dette innebærer å vurdere om eksisterende tiltak er tilstrekkelige eller om det er nødvendig med andre eller nye tiltak.

Formålet med kommunikasjonstrinnet er å formidle resultatet fra usikkerhetsanalysen til ledelsen og medarbeidere. Hensikten er å sikre en omforent forståelse om hva det er usikkerhet om, hvordan usikkerheten kan påvirke prosjektet og viktigheten av å iverksette tiltak. Videre skal informasjonen kunne bidra til at de aktører som har påvirkningsmuligheter til for eksempel å redusere risiko blir bevisst på sitt ansvar. Som vist i figur 7, ser vi at kommunikasjon er sentralt og går gjennom alle faser av usikkerhetshåndteringen.

2.3 Kostnadsstyring

En vesentlig del av prosjektledelse går ut på kostnadsstyring ettersom de fleste prosjekter gjennomføres for å generere inntekter på kort eller lang sikt. For å muliggjøre dette må man ha kontroll på kostnadene som brukes i gjennomføringen av et prosjekt i henhold til den avtalte betalingen, avhengig av kontraktstrategi og kompensasjonsformat.

Estimering av kostnader er en stor del av kostnadsstyringen. Et estimat kan sier å være en prediksjon ved hjelp av vitenskapelig metode. Estimats kvaliteten vil være avhengig av metodens kvalitet og dataene en benytter. Med andre ord vil større usikkerhet og detaljfattig data føre til dårligere estimat. Grunnlaget for ethvert prosjekt er at et firma vil tjene penger. Et prosjekt kan i mange tilfeller deles opp i fire hovedfaser vist i figur 8. Her ser vi at kostnadsestimeringen foregår i tre faser; preliminært, semidetaljert og endelig budsjettestimert.

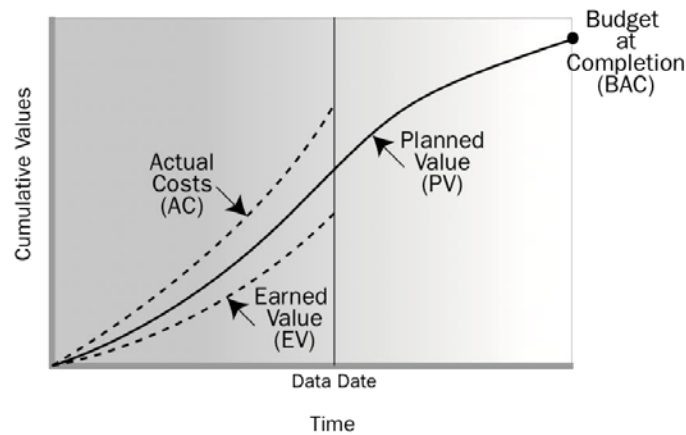


Figur 8 Prosjektfaser

Preliminært eller screening budsjettet estimeres ved evaluering og planleggingsfasen, semidetaljert eller basic design budsjett estimeres ved konseptuell engineeringfasen, mens det endelige estimatet gjennomføres ved detaljert engineering. Alle endringer utover disse tre planleggingsfasene skal være endringsordre. Prosjektet kan stoppes i alle faser, men med stadig større kostnader.

Det preliminare budsjettestimert benyttes for å undersøke om prosjektet har livets rett, og om store beslutninger som lokalisering. Semidetaljert budsjettestimert er mer detaljert og utføres når planleggingen ser lovende ut. Her vil for eksempel lokalitet og kapasitet/størrelse allerede være bestemt. Endelig budsjettestimert utføres før gjennomføringen av prosjektet.

Som tidligere nevnt er EVM en god metode for å holde kontroll på tidsbruk og kostnader i et prosjekt. Dette er en analyse der prinsippet går ut på å sammenligne verdien av faktisk utført arbeid (tjente timer) kontra planlagt fremdrift. Dette avviket skal bli tilnærmet lik null ved prosjektslutt dersom man ikke har fremmet noen endringsordre. Ved hjelp av en slik analyse vil man til enhver tid ha en grov oversikt over prosjektets framdrift og man vil dermed kunne rapportere til kunden om prosjektet og dets progress.



Figur 9 Sammenhengen mellom PV, EV, AC og BAC

PMI (2008) oppgir tre input- /forklaringsparametere for bruk av EVM:

- *Planned Value (PV)*: Planlagt verdi – det godkjente budsjettet for gjennomføring av hver arbeidspakke i prosjektet. Summen av PV for hele prosjektet kalles *Budget At Completion (BAC)*
- *Earned Value/Budget Cost of Work Performed (EV/BCWP)*: Tjent verdi – verdien av det arbeidet en har utført av det godkjente budsjettet for den respektive arbeidspakken/delprosjektet. EV kan aldri bli større enn PV ettersom den forklarer hvor mye av PV som er utført. EV bør bli overvåket inkrementelt og kumulativt for å avdekke trender på lang sikt.
- *Actual Cost/Actual Cost of Work Performed (AC/ACWP)*: Faktisk verdi – er den totale kostnaden som går med på å utføre det arbeidet som er vist utført i EV. Det er ingen øvre grense for AC, men det bør være sammenheng mellom den planlagte verdien og den tjente verdien uttrykt i faktisk verdi.

Figur 9 viser sammenhengen mellom de overnevnte verdier i relasjon til prosjektets løpetid og kostnader.

Ved hjelp av disse parameterne kan vi med EVM utføre en analyse og få verdier som indikerer status på prosjektgjennomføringen:

- *Schedule Variance (SV)*: Fremdriftsavvik = $EV - PV$. Dette forteller hvor mye tid som gjenstår av prosjektet før det er ferdig. Negativ verdi vil si at man ligger etter budsjettet. Ved prosjektslutt vil $EV = PV$ ettersom alle planlagte timer nå er tjent.

- *Cost Variance* (CV): $\text{Kostnadsavvik} = \text{EV} - \text{AC}$. Dette forteller hvor mye penger som er brukt i forhold til hvor mye som var planlagt på gitt tidspunkt. Ved prosjektslutt vil CV være differansen mellom BAC og summen av AC.

I tillegg til SV og CV nevner også Klakegg (1997) følgende statusindikatorer:

- *Budget Variance* (BV): $\text{Busjettavvik} = \text{PV} - \text{AC}$. Dette forteller hvor mye som virkelig er brukt av timer eller kroner i forhold til hva som var planlagt. Men dette forteller ingenting om arbeidet som er gjort.

Disse parameterne er alene ikke gode nok, da de må være en del av det store bildet som viser hvilket arbeid som er gjort til enhver tid, hvor store kostnader som har gått med og hvor mange timer som er lagt ned. Det vil for eksempel ikke være godt nok å si at man ligger 5 millioner NOK under budsjettet når man i virkeligheten ligger 20% bak planen for selve arbeidet som skal utføres.

PMI (2008) nevner også at det innledende estimatet eller budsjettet (BAC) ofte revideres av prosjektteamet underveis, dersom de forskjellige statusindikatorer nevnt ovenfor viser at opprinnelig BAC nå er misledende. Slike andre-estimat kalles *Estimate At Completion* (EAC). EAC kan sammenlignes med en alternativ metode til endringordre, men det må her lages et nytt estimat (EAC) for hver endring.

For god kostnadsstyring identifiserer Morris & Pinto (2004) seks steg for selve kostnadskontrollen i prosjekter som en del av prosjektoppfølgning gjennom følgende tabell:

Tabell 3 Seks steg for kostnadskontroll. Morris & Pinto (2004)

Type of Activity	Step	Activity	Purpose
Cost monitoring	1	Know control estimate.	Know what to do.
	2	Keep account of commitments.	Know what has been done.
	3	Estimate costs to complete.	Know what remains.
Cost management	4	Analyze cost deviations.	Identify problem and its cause.
	5	Take corrective actions.	Minimize cost overrun.
	6	Develop revised forecast.	Estimate effect of actions.

Ved å følge disse punktene vil man kunne oppnå en tilfredsstillende likhet mellom BAC + VO (*Variation Orders*/endringsordre) og AC ved prosjektslutt, og prosjektet kan klassifiseres som vellykket. Groth (2005) presiserer i tillegg viktigheten av at blant annet tilstanden på planer og estimater bør sjekkes regelmessig ettersom det kontrollerer dynamiske faktorer.

2.4 Estimering

Som nevnt i tidligere delkapittel, kan estimering defineres som prediksjon ved hjelp av vitenskapelig metode. Med andre ord vil en estimeringsmetode være en systematisk og konsistent tilnærming til å predikere noe. Nærmere sagt går estimering ut på å forutsi en fremtidig ukjent verdi basert på kunnskap og tilgjengelig data.

Rolstadås (2006) beskriver kostnadsestimat som en prognose for de totale kostnader, og at det innebærer to forhold; at estimat er en tilnærming, og at det er beheftet med usikkerhet. Estimaten vi ser på i denne oppgaven, definerer Rolstadås (2006) som kostnadsramme. Dette er siste estimat før gjennomføring av prosjektet starter, og blir derfor brukt som referanse i gjennomføringen.

Uavhengig av hva slags estimat man bruker vil hovedprinsippet være å skaffe et forventningsrett estimat.

Walpole et. al. (2007) definerer en forventningsrett (unbiased) estimator på følgende måte:

”A statistic θ is said to be an unbiased estimator of the parameter θ if $\mu_{\phi} = E(\phi) = \theta$ ”

Et enkelt prosjekt kan i teorien havne hvor som helt i utfallsrommet, men i gjennomsnittet skal den estimerte verdien av kostnader for en prosjektportefølje være tilnærmet lik de faktiske verdier ved prosjektslutt, dersom estimatet er forventningsrett. Dette begrunnes med prinsippet ”store talls lov”.

Tabell 4 Sammenligning av syntetisk og detaljert budsjettestimater

Syntetisk	Detaljert
Krever betydelig innsats å få systemet på plass	Case-to-case
Billig å bruke igjen	Krever lite forarbeid, men er dyrere i bruk
Brukt av eiere, store selskaper	Kontraktører
Bra for kostnadskontroll	Små firma
Store firmaer	

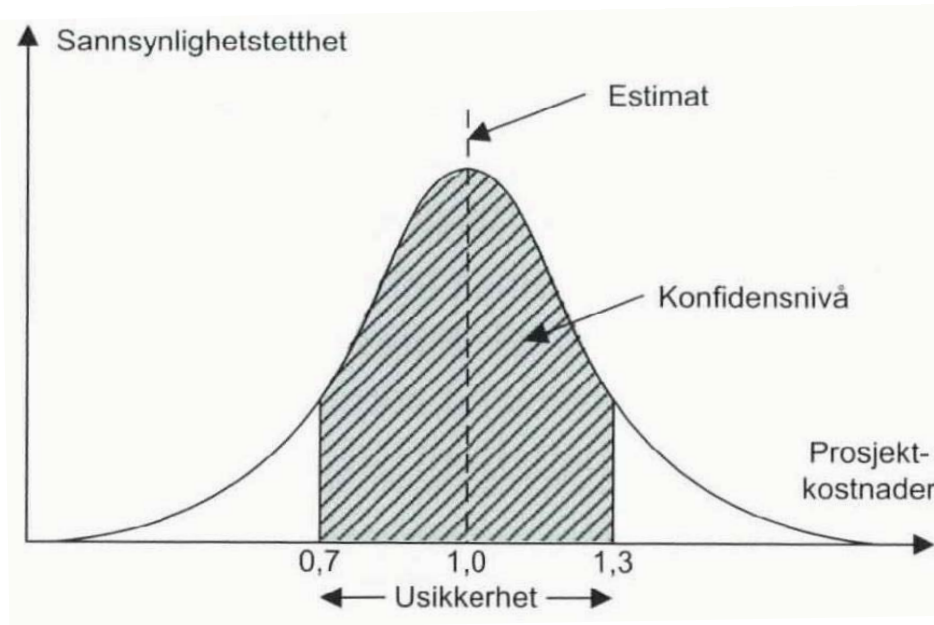
Både Whittaker (1995) og Rolstadås (2006) skiller mellom to fundamentale metoder å estimere kostnader på:

- Syntetisk
- Detaljert/analytisk

Rolstadås (2006) deler igjen det syntetiske estimatet inn i relasjonsestimering, som baserer seg på tidligere tilsvarende prosjekt rettet for kapasitet, tid og plassering for nytt prosjekt, og faktorestimering, som baserer seg på endringer i noen av faktorene blant flere uendrede i et prosjekt. Denne type estimat kalles gjerne ”Inhouse” tilnærming ettersom man allerede har mesteparten av dataene tilgjengelige, der estimatet predikeres ut i fra systematisert kunnskap fra tidligere estimat og generelle økonomiske indikatorer.

Den detaljerte/analytiske metoden går i hovedsak ut på å bruke normer og rater fra tidligere erfaringer til å verdsette komponenter i Work Breakdown Structure (WBS). Med andre ord estimeres kostnader ut i fra designet til de forskjellige komponentene.

En enkel og kortfattet sammenligning av disse to metodene vises i tabell 4 ovenfor. Her ser vi at detaljestimat forsøker å estimere kostnadene ved å addere opp kostnadene for enkeltkomponenter, dette vil kreve mer arbeid og vil dermed være dyrere å bruke. Syntetisk estimat krever større forarbeid, men vil være billigere i drift ved gjenbruk samtidig som det vil bli lettere å kontrollere kostnadene. Alle kostnader som kommer utenfor planleggingsfasen grunnet endringer skal være endringsordre.



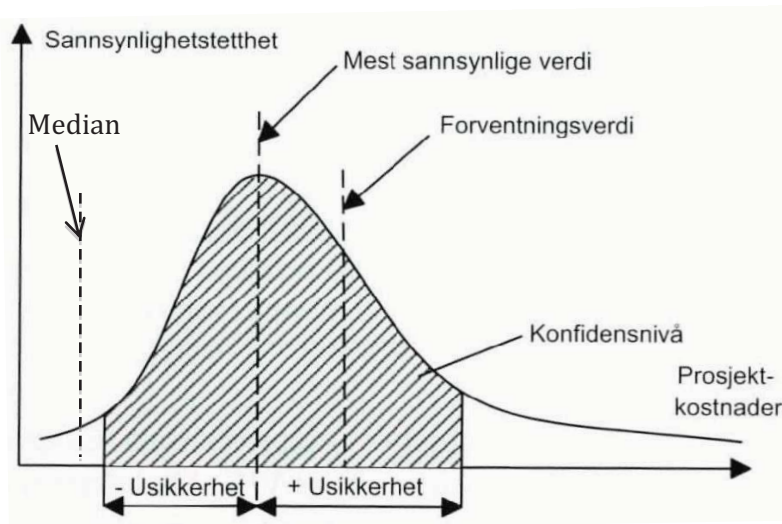
Figur 10 Symmetrisk sannsynlighetsfordeling, normalfordeling (Rolstadås, 2006)

Ved estimering av timeforbruk i prosjekter, kan vi skille mellom to metoder:

- Bruk av tidligere data – erfaringstall
- Bruk av prøver til å beregne tiden

Den første metoden er mye brukt med stor variasjon i grad av suksess ettersom det krever gode retningslinjer for å opprettholde en tilstrekkelig erfaringsdatabase. Til gjengjeld vil dette arbeidet være til stor hjelp ved fremtidige estimeringer. Den andre metoden blir ofte kostbar og er vanskelig å gjennomføre ved store og komplekse prosjekter/arbeidspakker. Ved komplekse og unike prosjekter/arbeidspakker uten erfaringsdata vil man kunne gjøre vektete gjennomsnittsberegninger. Med andre ord vil man estimere tre forskjellige verdier for timebruk; optimistisk(a) 90/10 estimat, forventet(m) 50/50 estimat og pessimistisk(b) 10/90 estimat.

$$\text{Vektet gjennomsnitt} = \frac{a+4m+b}{6}$$



Figur 11 Asymmetrisk sannsynlighetsfordeling, beta-fordeling (Rolstadås, 2006)

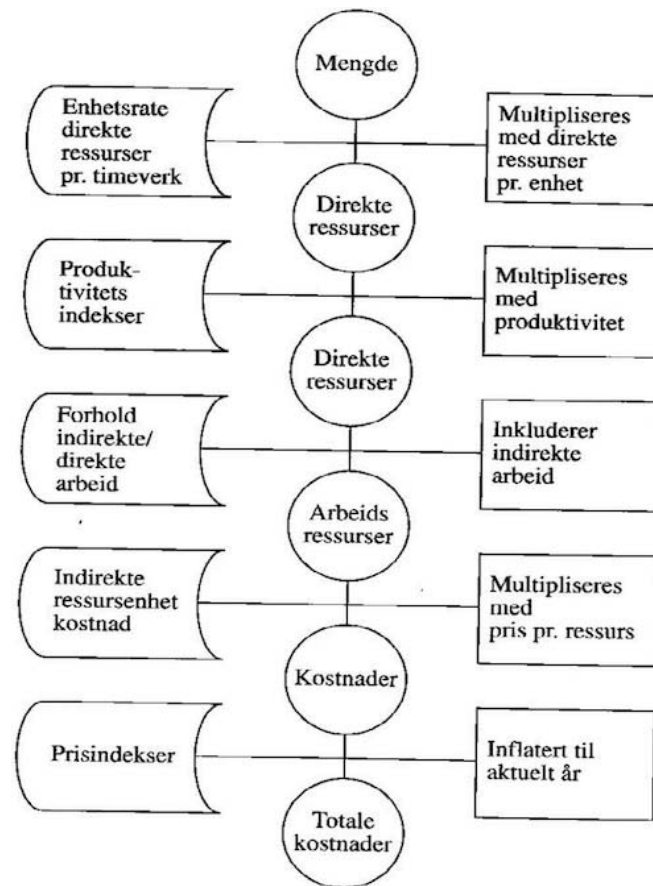
Men hvilken estimator skal man bruke for middelverdien; median, gjennomsnitt eller mest sannsynlig verdi (mode)?

Dersom sannsynlighetsfordelingen er symmetrisk er det av liten betydning, men er den asymmetrisk kan det derimot ha stor betydning.

Figur 10 viser den symmetriske sannsynlighetsfordelingen, normalfordelt, der ”Estimat” viser posisjonen til median, gjennomsnitt og mode, mens figur 11 viser en asymmetrisk sannsynlighetsfordeling, beta-fordelt. Her ser vi at median, mode og gjennomsnittsverdien ikke lenger er den samme.

Beste praksis av en slik analytisk estimeringsprosess beskriver Hetland (2003) i figur 12, nedenfor.

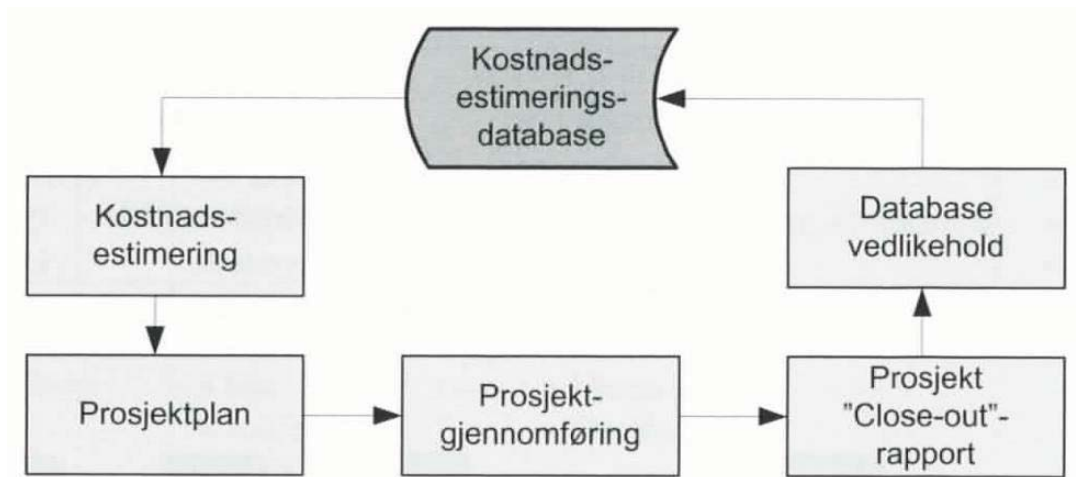
Proessen med erfaringstall for bruk i estimerer er en iterativ prosess som følger prosjektskyklusen. Rolstadås (2006) fremstiller den i følgende figur:



Figur 12 Praksis av analytisk estimeringsprosess (Hetland, 2003)

I praksis er det ofte annerledes da en må ta hensyn til usikkerhet og risiko ved slike beregninger. Uforutsette hendelser og økning i parametere i estimatet, som oljepriser, valuta, etc., kan være med på å skape avvik mellom estimat og faktisk verdi. Denne usikkerheten er ofte dekket av påslag i estimatet som for eksempel contingency. For å komme frem til prosjektets kostnadsramme har Rolstadås (2006) følgende regnestykke, samt den iterative prosessen som følger prosjektskyklusen:

$$\begin{array}{r}
 \text{Basisestimat} \\
 + \text{ Uspesifisert usikkerhet} \\
 \hline
 = \text{ Referanse estimat} \\
 + \text{ Uforutsett usikkerhet} \\
 \hline
 = \text{ Kostnadsramme}
 \end{array}$$



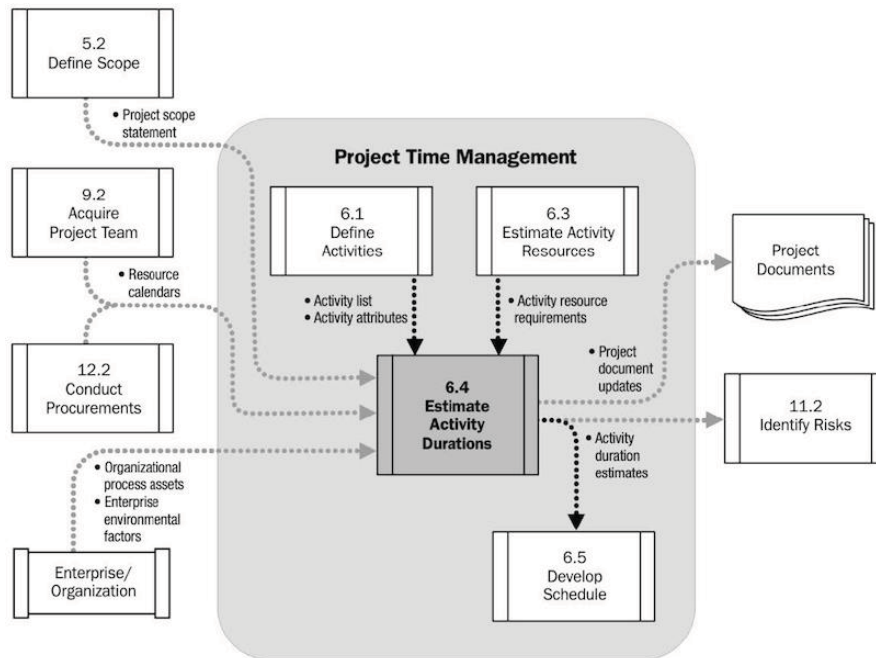
Figur 13 Prosjektsyklus (Rolstadås, 2006)

Uspesifisert usikkerhet blir beskrevet som allowance som estimeres under hver disiplin, mens den uforutsette usikkerheten tolkes som contingency (usikkerhetspåslag) før man ender opp med det vi kaller vurdert estimat (kostnadsramme).

På bakgrunn av dette konkluderer vi med regnestykket nedenfor for å komme til kostnadsrammen:

$$\begin{array}{l} \text{Studieestimat} \\ + \text{ Allowance} \\ \hline = \text{ Mengde estimat} \\ + \text{ Contingency} \\ \hline = \text{ Vurdert estimat} \end{array}$$

I figuren under ser vi prosedyrer for timeestimering som resultat av prosjektledelse. Det er beste praksis og ofte nødvendig å starte med timeestimatet for et prosjekt basert på prosjektomfanget og de definerte aktivitetene og ressursene, for deretter å benytte prosjektplanen i kombinasjon med WBS for å estimere kostnadene.



Figur 14 Timeestimat som følge av prosjektledelse (PMBOK, 2008)

Uavhengig av hvordan prosjektet kompenseres bør estimatene bli utført etter beste praksis grunnet at estimatet brukes i tilbudet man gir oppdragsgiver som en indikasjon på hvor mye prosjektet vil koste, og hvor lang tid det vil vare. Det er også for å kunne fremstille seg selv som ekspert og profesjonell aktør på det aktuelle området med erfaringsdata og ekspertise fra tidligere prosjekter. Ved stor usikkerhet og fattig erfaringsdata for et nytt prosjekt kan det være nyttig å overestimere fremfor å underestimere for å unngå et negativt resultat i egen portefølje og for å gi positivt inntrykk til oppdragsgiver.

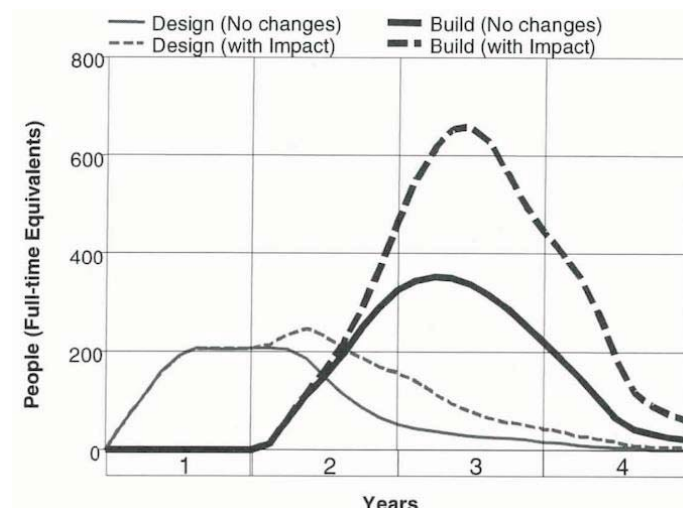
Grunnen til at estimatene som utføres bør være forventningsrette kan fremkomme som åpenbare, men det er viktig for både leverandør og oppdragsgiver. Estimaten blir utført slik at man har en tids- og kostnadsplan å forholde seg til i gjennomføringsprosessen av prosjektet. Basert på disse estimatene vil man gi et tilbud til oppdragsgiver og samtidig vil det være mulig å allokere midler og ressurser. Dersom man ikke klarer å holde seg i nærheten av planen vil det føre til konsekvenser som forsinkelser og store kostnader eller dårlig kvalitet. Slike utfall vil gi et dårlig sluttresultat i form av overskridelser. Ved overestimering vil man ligge under budsjett, men dette kan føre til unødvendig bundet kapital og personell, som igjen kan føre til tap av andre prosjekter.

2.5 Endringer

Endringer forekommer ofte i forbindelse med prosjekter. Det er en måte å justere prosjektet underveis dersom det skulle skje noe uforutsett eller at det er variasjon i prosjektets omfang. På denne måten vil man kunne minimalisere eller, i beste tilfelle, eliminere overskridelser ved prosjektslutt. Endringer kan som nevnt komme av at noe uforutsett skulle forekomme i gjennomføringen av prosjektet, men det kan også være at oppdragsgiver har kommet med nye betingelser til prosjektet. Store og kompliserte prosjekter har større sannsynlighet for å måtte foreta endringer i løpet av prosjektets gang enn det mindre prosjekter har.

Ved en endring i prosjektet, må dette vedtas og godkjennes, for deretter å implementeres i eksisterende plan. Man får da en begrunnelse for en eventuell overskridelse ved prosjektslutt, enkelt sagt skal estimert beløp adderes med beløp på en, eller flere, endringsordre bli tilnærmet lik faktisk beløp. $BAC + VO = \Sigma AC$.

Alle endringer på styringsvariablene kostnad, tid og kvalitet (arbeidsomfang) skal, etter at gjennomføringen av prosjektet har startet, registreres som endringsordre, slik at det blir mulig å holde kontroll videre gjennom prosjektet og samtidig opprettholde en god prosjektledelse.



Figur 15 Påvirkning av endringer (Morris & Pinto, 2004b)

Morris & Pinto (2004b) definerer endring som *alle* avvik fra slik arbeidet var planlagt og budsjettet. Figuren ovenfor viser et eksempel på hvordan endringer påvirker antall ansatte i prosjektet over tid for gjennomføringsfasen.

Med en slik definisjon vil man lett kunne forstå hvor viktig styring av endringer betyr for et prosjekt. Det trenger ikke nødvendigvis å være større strukturelle endringer i omfang, men også kunnskapsavvik. Man kan for eksempel budsjettere med at kjernekunnskap er tilgjengelig i et gitt tidsrom på gitt lokasjon, mens det motsatte derimot kan skje. Alle type endringer vil påvirke prosjektet i større eller mindre grad, og bør derfor følges opp, vurderes og diskuteres med kunde. Uforutsette hendelser skal være dekket av contingency (usikkerhetspåslag), mens uspesifiserte hendelser skal registreres som endringsordre.

Endringer kan forekomme som følge av usikkerheten i prosjektet. Rolstadås (2006) oppsummerer med noen forskjellige årsaker til at endringer kan oppstå:

- Kundens behov og eksterne behov
- Uforutsette omstendigheter
- Forsinkelser
- Regler og forskrifter
- Teknologisk utvikling
- Profitt vs. ideell løsning

Whittaker (1995) nevner i tillegg at endringer kan komme som følge av konflikter med de opprinnelige kontraktsdokumentene grunnet omfanget i disse dokumentene.

Rolstadås (2006) skiller mellom to former for endringer:

- De som skyldes en utvidelse av prosjektet
- De som faller innenfor opprinnelig prosjekt

De endringene som faller innenfor første punkt er utenfor prosjektleders kontroll og skal bli dekket for av endringsordre. Endringer som faller innenfor andre punkt er ofte endringer som normalt avdekkes etter hvert som prosjektet gjennomføres, og skal dekkes av contingency.

Whittaker (1995) nevner også at det i kompensasjonsformatet regningsarbeid ikke er krav til endringsordre med mindre leverandør har forpliktelser for å oppfylle dette. Men selv om det ved regningsarbeid blir betalt for den jobben som blir gjort, vil det likevel være et budsjett som ligger til grunn, og dermed noe å måle resultat og fremgang opp mot. Med andre ord vil det være naturlig med oppfølging og endringsstyring så lenge det eksisterer et budsjett.

I fastpriskontrakter er det uunngåelig at endringer oppstår, selv om slike kontrakter baserer seg på gode arbeidsbeskrivelser (Whittaker, 1995).

Whittaker (1995) presiserer at nøye kontroll og styring av endringer er en kritisk faktor for om et prosjekt ender opp som vellykket eller mislykket.

Clark og Lorenzoni (1997) presenterer fire viktige punkter som ulemper ved endringsordre:

- Endringer forstyrrer tidsplanen og endrer fokus fra fremgang til endring.
- Endringer forstyrrer holdningen til kostnader ved å måtte gjøre samme jobb om igjen og om igjen.
- Et stort antall små endringer kan være mer forstyrrende enn færre og større endringer, grunnet arbeidet som krever rundt hver enkelt endring.
- Endringer kan ha et spesielt forverret utslag på offshore prosjekter fordi endringer på land kan forhindre planlagte tidsvinduer offshore, og endringer gjort offshore vil overskride prosjektet.

Oppfølging av endringer krever innarbeidet rutine og ekstra ressurser for administrasjon, og kan dermed ofte bli fordyrende og nedprioritert fra leverandør. I tillegg til ulemper ved tid og kostnader kan det få konsekvenser for produktivitet og arbeidsmoral (Rolstadås, 2006).

Clark og Lorenzoni (1997) påpeker at alle endringer i hovedsak kommer fra oppdragsgivers prosjektleder. Leverandøren kan fremme en endring, og i enkelte tilfeller også stanse jobben inntil endringen er godkjent, men bør ikke bruke unødvendig tid og kostnader på en endring uten godkjenning fra kunde. Husby et al. (1999) påpeker derimot at ved fastpriskontrakter vil oppdragsgiver i liten grad ha muligheten til å gjennomføre endringer underveis dersom leverandøren ikke er enig. Dette skyldes fordelene leverandøren har ved en slik kontrakt.

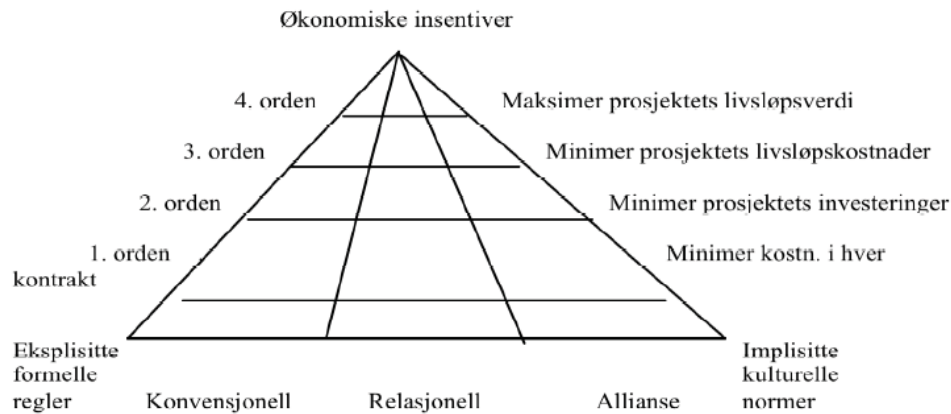
For å kunne oppnå en tilnærmet lik null avvik mellom faktiske og estimerte verdier, vil det være vanskelig å komme utenom endringsstyring ettersom endringer med stor sannsynlighet vil forekomme. Derimot bør endringer ikke alltid oppfattes som negative, og i noen tilfeller vil endringer kunne føre til fremtidige fordeler.

Clark og Lorenzoni (1997) har et klart skille mellom estimatjusteringer og endringsordre. Estimatjusteringer defineres som åpenbare feil i estimeringen, som for eksempel en betongmur estimert på en meter høy ender opp som en mur på ti meter i høyde. Slike estimatjusteringer blir brukt for å rette opp feil i basisestimeringen og kommer som tillegg eller fratrukk. Endringsordre er derimot endringer i omfang av prosjektet, og vil komme i tillegg til basisestimatet. Noen velger å se på justeringer som en kategori av endringer, mens andre ser på det som to helt forskjellige kategorier.

2.6 Kontraktstrategi

Kontraktstrategi er en viktig del av planlegging og gjennomføring av et prosjekt. Med kontraktstrategi menes den strategiske måten en kontrakt er bygget opp på. Det finnes en rekke ulike kontraktstrategier i de ulike næringene, men i dette studiet vil vi ta for oss de mest vanlige formene for kontraktstrategier i byggevirksomheten. Slike kontrakter er ofte svært omfattende, og større selskaper i næringen, som for eksempel Kruse Smith, har standardiserte dynamiske kontrakter som tilpasses fra prosjekt til prosjekt. Grunnleggende prinsipp for valg av kontraktstrategi er at kontrakten skal tilpasses den konkrete sammenheng den skal fungere i. Med dette menes at visse elementer bør tas i betraktning ved valg av kontrakt; grad av kompleksitet, grad av gjentakelse, grad av spesifiserbarhet, grad av kjøpermedvirkning underveis, fordeling av informasjon, jevnbyrdig eller balanse, risikoaversjon, finansiell styrke og tillit/troverdighet.

Osmundsen (1999) presenterer en metode for å karakterisere kontraktstrategier. Metoden innebærer graden av integritet mellom kontraktspartene langs den ene aksene, og graden av målkongruens i insentivene langs den andre. Figuren nedenfor viser de forskjellige kombinasjonene av elementer i en kontrakt.



Figur 16 Alternative kontraktstrategier (Omundsen, 1999)

De eksplisitte konvensjonelle kontraktsforholdene til høyre i figuren kjennetegnes ved det formelle, og at komplikasjoner underveis vil bli juridisk behandlet for utfallet av situasjonen. I motsetning til dette er mye av det formelle juridiske erstattet med tillit og felles verdier og normer ved relasjonelle kontraktsforhold og allianser. På samme måte vil insentivene fra 1. ordens til 4. ordens være med på å regulere forholdet og målkongruensen mellom partene.

4. ordens insentiver innebærer at leverandør blir involvert i hele livsløpet til oppdragsgiver i form av inntekter fra det respektive prosjektet, og dermed vil det være insentiver til å utføre jobben med høy kvalitet, og samtidig knytte et godt forhold til oppdragsgiver. Det er også vanlig at leverandører i byggevirksomhet opptrer som en totalleverandør for å blant annet være involvert i alt fra design og konstruksjon til installasjon.

Nedenfor er det oppgitt noen kontraktstyper innen anskaffelser:

EP – innebærer kun ingeniørarbeid og anskaffelser. Dette vil si at leverandør, på grunnlag av oppdrag bestilt av oppdragsgiver, sørger for ingeniørarbeid og anskaffelser av aktuelle elementer i oppdraget, og leverer dette i henhold til kontrakten.

EPC – innebærer samme elementer som EP-kontrakter, men inkluderer i tillegg konstruksjon av aktuelle elementer i oppdraget.

EPCI – innebærer samme elementer som EPC-kontrakter, men inkluderer også installasjon av konstruksjon av de konstruerte elementene i henhold til kontrakt.

EPICIC – innebærer samme elementer som EPCI-kontrakter, men inkluderer i tillegg kommisjon i henhold til kontrakt.

I tillegg til disse nevnte kontraktstypene, er det også vanlig med *feasibility and concept studies*, *third-party verification* og *FEED*-kontrakter.

Alle anskaffelser skal gjennomføres i henhold til ”*Lov om offentlige anskaffelser*” og ”*Forskrift om offentlige anskaffelser*”, også kalt LOA (2006) og FOA (2006). Direktivet for offentlige anskaffelser er ett felles regelverk for land tilhørende EØS, og dagens direktiv har eksistert siden 1994. Bakgrunn for opprettelsen var hovedsakelig for å øke verdiskapningen i samfunnet, gjennom økt konkurranse, med andre ord vil anskaffelsene bli billigere for oppdragsgiver. Før direktivet ble opprettet var det ofte nasjonale leverandører som ble foretrukket ved utdeling av offentlige kontrakter. Et av hovedmålene med direktivet var å øke den grenseoverskridende handelen.

De grunnleggende prinsippene ved regelverket:

- Ikke-diskriminerende
- Gjennomsiktighet
- Etterprøvbarhet
- Likebehandling
- Konkurranse

Direktivet er delt inn i fire grupper:

- I – Almennelige bestemmelser
- II – Regler for anskaffelser under EØS terskelverdi (over 600 000 NOK)
- III – Regler for anskaffelser over EØS terskelverdi (over 1,6 mill NOK og 40 mill NOK for bygg og anlegg)
- IV – Spesielle bestemmelser

Regelverket gjelder for det offentlige; kommuner, fylkeskommuner og statlige anskaffelser, samt anskaffelser der det offentlige utgjør mer enn 50% av anskaffelsens verdi.

Noen av reglene i direktivet er nevnt nedenfor:

- Det er ikke tillatt å dele opp en kontrakt for å komme under terskelverdien.
- Alle offentlig anskaffelser skal kunngjøres i den norske databasen DOFFIN, evt. europeiske TED.
- Det er ikke tillatt å spesifisere en anskaffelse i den grad at det diskriminerer utenlandske tilbydere.
- Alle anskaffelser med verdi over 100 000 NOK skal protokollføres.
- All informasjon til tilbydere skal være skriftlig, og gis ut samtidig.

I forbindelse med valg av kontraktstrategi for et utbyggingsprosjekt, må man først kartlegge hva som karakteriserer utbyggingen:

- Er det snakk om en ”standard” utbygging, eller er den mer kompleks?
- Er det mulighet for kvalitetskontroll på arbeidet som gjøres?
- Hvor viktig er kvalitet i forhold til pris?

Innen anskaffelseskontrakter, skiller Dimitri et al. (2008) mellom tre forskjellige kompensasjonsformat; fastpris (FPC), regningsarbeid (CRC) og insentiver (IC). De vanligste kompensasjonsformatene er FPC og IC, men det har vist seg at en kombinasjon av disse er mer optimalt. Denne kombinasjonen kan sammenlignes med målbudsjett.

CRC er et kompensasjonsformat der oppdragsgiver står for alle dokumenterte produksjonskostnader relatert til prosjektet, i tillegg til en gitt sum for overvåking relatert ”*fatal accident rate*” (FAR-verdien) ved prosjektet. Dermed vil leverandør ikke ha noen grunn til bekymringen omkring eventuelle avvik mellom det estimerte og det faktiske budsjettet. Andre former for CRC er kontrakter som innebærer enhetsrater, som for eksempel dagrate, pris per m/kg/tonn osv.. Kontrakten blir altså tildelt leverandøren med lavest total kostnad for prosjektet i forhold til kvalitet.

FPC, eller fastpriskontrakt, er en kontrakt der oppdragsgiver og leverandør blir enige om et fast beløp som utbetales for å utføre et prosjekt i henhold til spesifisert kvalitet/omfang. Denne type kontrakt egner seg best til enkle, og såkalte standard byggeprosjekter, med lavkompleksitet og usikkerhet. Prosjektet bør være lett å spesifisere, og man skal helst unngå endringer underveis. En slik kontrakt gir større konkurranse fra leverandører, ettersom det i offentlige anskaffelser må foreligge konkurranse for alle anskaffelser, uansett verdi (FOA, 2006). Anbudet legges ut, og oppdraget tilbys leverandøren som leverer prosjektet til lavest kostnad relatert til kravene satt av oppdragsgiver. En fastpriskontrakt innebærer også bøter, mulkt og bonuser, dersom prosjektet ender opp med lavere/høyere kvalitet enn spesifisert, eller at prosjektet forgår over lenger/kortere tid enn spesifisert i kontrakten. Leverandøren vil få sin bonus ved å levere prosjektet som spesifisert til en lavere totalkostnad enn avtalt i kontrakten. Det finnes flere typer fastpriskontrakter, heriblant fastpris med prisjusteringer i forhold til innkjøpspris på råvarer og timepris.

Insentivkontrakter, IC, ligger mellom disse to nevnte kompensasjonsformatene ovenfor. IC inkluderer ofte målbudsjett, målprofitt og en profitt justering, som til sammen fordeler risikoen mellom oppdragsgiver og leverandør. Dette kompensasjonsformatet sørger for at leverandør innfrir kravene i henhold til kontrakten for å oppnå ønsket fortjeneste, og at oppdragsgiver opprettholder krav i kontrakt for å motta ønsket prosjekt til ønsket tid/kvalitet. Det finnes flere typer insentivkontrakter, men den mest brukte er den lineære. Dimitri et al. (2008) definerer den lineære insentivformen som:

$$”T = P + bC”,$$

der T er total beløp, P er et fast beløp, C er den realiserede kostnaden, og b er den positive konstanten mellom 0 og 1, som representerer andelen av kostnaden som hviler på kunden. Med andre ord vil insentivkontrakten være lik FPC, dersom $b=0$, og lik CRC dersom $b=1$.

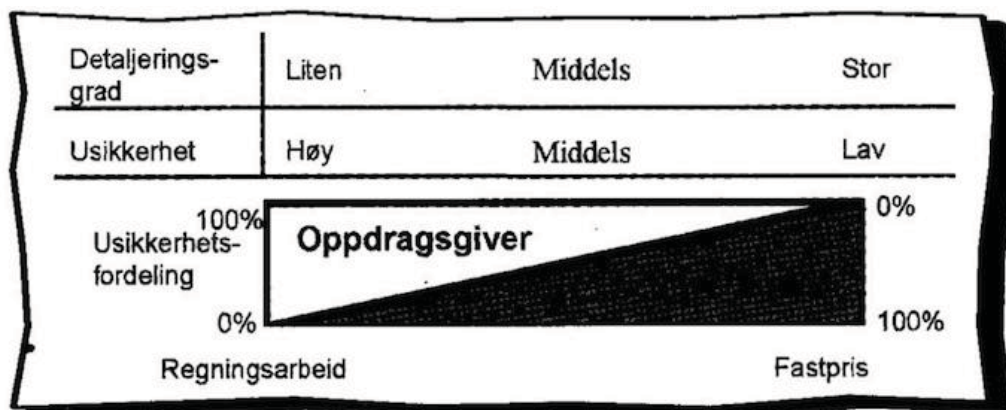
I målbudsjett vil det i kontrakten bli avtalt et fast beløp for levering av prosjektet, i tillegg vil det være en insentivordning for den resterende tiden av prosjektet før det ferdigstilles. På denne måten vil gevinst/tap bli fordelt mellom kontraktspartene. Ved en slik kontraktsform vil begge parter ha sine insentiver til å holde seg til kontrakten, og utføre jobben etter gjeldende krav og bestemmelser. En leverandør kan for eksempel utføre design som et regningsarbeid, mens gjennomføringen utføres med et fast beløp. Dette vil være mest optimalt, ettersom at

designfasen bærer større risiko, og dermed vil oppdragsgiver stå for usikkerheten. Leverandøren må derimot stå for usikkerheten i gjennomføringen, grunnet deres estimering av arbeidsomfang som de har definert i designfasen, dermed vil et fast beløp være mest fornuftig for begge parter.

Som tidligere nevnt ovenfor, vil valg av kompensasjonsformat henge sammen med risikofordelingen mellom kontraktspartene. Whittaker (1995) presiserer at denne egenskapen er det beste skillet mellom de forskjellige kompensasjonsformatene. Ved regningsarbeid vil oppdragsgiver dekke avviket mellom estimert og faktisk verdi, mens i en fastpriskontrakt vil leverandøren stå for risikoen. En målbudsjett vil være en kombinasjon mellom disse to ytterpunktene, der risikoen er fordelt ved det punktet der målsummen er plassert.

Figur 18 viser prosjekter med liten tilgjengelig detaljeringsgrad, og ofte med stor grad av usikkerhet, vil kompenseres ved regningsarbeid.

Husby et al. (1999) presiserer at oppdragsgiver dekker leverandørens virkelige kostnader ved gjennomføring av prosjektet ved et regningsarbeid. Altså timer, materiale og utstyr, samt påslag for administrasjon og profitt. Ved avvik, vil oppdragsgiver stå ansvarlig, ettersom de har all ansvar for usikkerhet i prosjektet.



Figur 17 Sammenheng mellom fastpris og regnings arbeid mot risikofordeling (Husby et al., 1999)

2.7 Entrepriser

Ved utbygging av et byggeprosjekt kan man velge mellom forskjellige ansvarsformer, eller såkalte entrepriser. De ulike modellene har sine fordeler og ulemper, og behov, ferdigheter og kompetanse vil være av betydning for hvilken entrepriseform som vil passe best til prosjektet som skal leveres. Det er viktig å vurdere hvor mye tid og forutsetninger, og hvor stor innflytelse man selv vil legge i byggeprosessen. Det konkrete prosjektet og dets omfang vil være av vesentlig betydning for valg av entrepriseform. De fire mest vanlige entrepriseformene er:

- Hovedentreprise
- Delentreprise
- Generalentreprise
- Totalentreprise

2.7.1 Hovedentreprise

Hovedentreprise er den mest vanlige brukte entrepriseformen. I en slik entreprise vil oppdragsgiver selv, skaffe arkitekter og rådgivere som utarbeider spesifikasjoner og tegninger. Oppdragsgiver vil selv innhente tilbud eller anbud fra entreprenører på grunnlag av dette. Denne formen for entreprise innebærer at oppdragsgiver engasjerer et begrenset antall likestilte entreprenører, og at én av disse entreprenørene påtar seg mer omfattende arbeid enn de andre. Dette kan være alt fra etablering av arbeidsplass, til ansvar fra en eller flere underentreprenører eller leverandører.

Som oftest er det entreprenøren med grunnarbeider og bygningsmessige arbeid, som engasjeres som hovedentreprenør, rørleggere og elektrikere vil da være sideentreprenører. Hovedentreprenøren kan også få ansvar for å samordne alle arbeid, også de som sideentreprenøren står for. Ofte vil hovedentreprenøren beregne seg et prosentvis påslag fra sideentreprenørene.

Fordelene ved en slik form for entreprise er at oppdragsgiver vil ha stor innflytelse på prosjektet, og dermed god kontroll på prosjektet og dets prosess. Oppdragsgiver har selv vært

med på tegninger og beskrivelser av prosjektet, og vil dermed ha god kontroll på kostnader og arbeid. En slik entreprisform vil ofte gi en oversikt over hvor mye det vil koste ved eventuelle endringer, ettersom at entreprenørene ofte oppgir dette i kontrakten.

Ulempene ved en slik entrepris er at det kreves stor innsats fra oppdragsgiver. Oppdragsgiver har ansvar for alt som kommer utenfor kontrakten, for eksempel hvis en sideentreprenørs arbeid blir forsinket, eller ved ufullstendig arbeid som ikke kan rettes på grunnnet tidsrammen. Dette kan føre til problemer ved, både faktisk og juridisk, å utrede årsaks- og ansvarsforhold. Ved hovedentreprise anbefales det av oppdragsgiver å engasjere en profesjonell byggekontrollør, arkitekt og /eller rådgiver som kan følge opp entreprenørene. Hvis en entreprenør går konkurs, eller blir forsinket, kan dette føre til forsinkelser for hele prosjektet, og oppdragsgiver kan stilles ansvarlig. Med andre ord vil denne type entrepris egne seg best til oppdragsgivere som har byggekyndig kunnskap og tid til å involvere seg.

2.7.2 Delentreprise

En delentreprise innebærer at oppdragsgiver selv gjør avtaler med alle sideentreprenører og konsulenter som er med på å ferdigstille prosjektet. Som ved en hovedentreprise, påtar oppdragsgiver seg ansvar for både prosjektering og fremdrift, men ikke hovedansvarlig.

Fordelene ved en delt entrepris er at oppdragsgiver kan innhente de mest gunstige prisene, og mest kompetente entreprenører tilpasset prosjektet. Ettersom at det er mange er stor konkurranse om oppdrag, vil man kunne få en god pris med god kompetanse. Oppdragsgiver kan inngå avtaler med entreprenører ettersom prosjektet pågår, og på denne måten vil man stå fri til å foreta endringer til egen økonomi.

Ulemper ved en slik entrepris er at forsinkelser fra en entreprenør vil forskyve hele prosjektet, ettersom at neste entreprenør ikke kan starte sitt arbeid til avtalt tid. Et eksempel på dette er flisleggere som ikke kan begynne sitt arbeid før rørleggerne er ferdig med sitt. Selv om det er avtalt faste tidspunkter i enkelte kontrakter, vil oppdragsgiver kunne stilles ansvarlig ved uenigheter om årsak til forsinkelser. Entreprenørene må følges nøye, ettersom at byggeadministrasjon kan bli en betydelig kostnad. En slik form for entrepris egner seg best til oppdragsgivere med byggekyndig kunnskap, og dersom man har spesielle ønsker som man har tid og ressurser til å følge opp.

2.7.3 Generalentreprise

Generalentreprise innebærer at en entreprenør tar ansvar for administrering over alle arbeidere i prosjektet. En slik entreprise kan være positivt hvis oppdragsgiver har en entreprenør man har gode erfaringer med, og som man kan stole på. Oppdragsgiver har fortsatt ansvar for prosjekteringen, som i hoved- og delentrepriser, og arkitekter og rådgivere må oppdragsgiver selv skaffe. En slik entreprise betyr at oppdragsgiver finner en entreprenør som påtar seg ansvar for å skaffe underentreprenører. Derimot kan oppdragsgiver selv finne underentreprenørene hvis man selv ønsker dette. Den administrerende entreprenør påtar seg fortsatt ikke eventuelle forsinkelser eller mangler fra andre entreprenører med mindre dette står spesifisert i kontrakten. Det er også mulig for den administrerende entreprenøren å ha begrenset ansvar ovenfor de andre entreprenørene, i den grad at man står ansvarlig for forsinkelser på byggeplassen, men ikke for forsinkelser ved levering av materiale eller mangler utført av underentreprenørene. Ved en slik form må man regne med en godtgjørelse på et par prosent av den totale kontraktssummen. Ved fullt ansvar vil det mest sannsynlig inngå en fast kostnad på dette.

Fordelene med en slik entreprise er at oppdragsgiver kan forholde seg til en ansvarlig, samt mindre risiko ved mindre ansvar. I tillegg krever denne typen entreprise mindre oppfølging av entreprenørene ettersom at den administrerende entreprenør påtar seg ansvar over underentreprenørene.

Ulempene ved generalentreprise kan oppstå ved uenighet mellom den administrerende entreprenør og oppdragsgiver, eller hvis hovedentreprenøren går konkurs. Den administrerende entreprenør skal også ha betalt for å bære risikoen for ansvaret over leverandører og entreprenører. Mindre entreprenører har ikke kapasitet til å påta seg stort ansvar, og konkurransen om valg av administrerende entreprenør blir mindre. En generalentreprise egner seg best hvis oppdragsgiver har spesielle ønsker og kjenner en entreprenør man stoler på og har god erfaring med, samt en arkitekt til prosjekteringen.

2.7.4 Totalentreprise

En totalentreprise er når en entreprenør påtar seg all ansvar for prosjektering og gjennomføring. Bustadoppføringsloven forklarer denne entrepriseformen som avtaler der

entreprenøren står for det hovedsakelige av planleggingen, samt oppføring av byggeprosjektet. Ofte er entreprenøren i en slik entrepris bare administrerende, og overlater prosjektering og utbygging til andre underentreprenører. Dette er entreprenørens valg, med mindre noe annet er avtalt på forhånd.

Ved bruk denne typen entrepris bør oppdragsgiver overlevere en detaljert og spesifikk beskrivelse av det ferdigstilte målet. Det er viktig at spesielle ønsker er klare, og kommer tydelig frem i beskrivelsen, slik at ansvaret ligger på entreprenøren. Ved kompliserte ønsker kan det være nyttig å ha en konsulent som kontrollerer entreprenøren, slik at oppdragsgiver ikke blir overkjørt av entreprenørens ekspertise.

Et eksempel på en totalentreprise er avtale med et ferdighusfirma. Her vil firmaet overrekke et ferdigstilt hus. Disse prosjektene blir ofte inngått av tomteeiere, og husene blir ofte å finne i kataloger der priser og leveringsbetingelser fremgår.

En annen form for totalentreprise er gründeravtalene eller de sammensatte avtalene. Denne typen form for totalentreprise oppstår når man kjøper tomten av den som påtar seg å være totalentreprenør.

Fordeler ved en totalentreprise er at oppdragsgiver ikke har mye ansvar, og risikoen for forsinkelser og mangler dekkes av totalentreprenøren. Oppdragsgiveren sparer seg selv for komplisert og tidskrevende administrasjonsarbeid, samt at man bare har én person/entreprenør å forholde seg til. Ved valg av en slik entreprisform trenger ikke oppdragsgiver å ha like mye kontroll og/eller kompetanse i dette området, ettersom at alt overlates til en totalentreprenør.

Ulempen ved totalentreprise er at alt står på én enkelt entreprenør. Hvis samarbeidet skulle skjære seg, eller at entreprenøren skulle gå konkurs, vil dette føre til store kostnader for oppdragsgiveren, ettersom en annen entreprenør må ta over arbeidet på kort tid. Oppdragsgiver har mindre involveringer, og har liten mulighet for endringer underveis, og disse eventuelle endringene vil i så fall bli kostbare. Prisen kan bli presset til den grad at det går ut over kvaliteten på arbeidet, og det vil bli vanskelig å kontrollere kostnader ettersom en totalentreprise er omfattende. En totalentreprise vil med andre ord egne seg for mindre kompliserte prosjekter der oppdragsgiver verken har mye kompetanse eller tid til oppfølging,

som for eksempel ferdigstilte standard bygg. Dette kan være oppdragsgivere som for eksempel kommunen.

3 NORGES BANK I OSLO

Nybygget til Norges Bank i Oslo stod ferdigstilt i 1986, men på grunn av de store kostnadsoverskridelsene, valgte finansdepartementet å se nærmere inn på prosjekteringen av bygget.

3.1 Bygget

Norges Banks hovedkontor befinner seg i kvartalet Kirkegaten, Rådhusgaten, Dronningens gate og Revierstredet i Oslo sentrum. Det nye hovedkontoret består av nybygget, samt restaurering av fem tidligere bygninger, som brukes nå til kontorer og representasjonsformål. Den totale tomten er på 9 781 kvm, og det var en målsetting å utnytte denne fullt ut. Nybygget består av kontorer, møte- og fellesrom, ekspedisjonslokaler, representasjonslokaler, hvelv, samt seddeltrykkeriet. Bruttoarealet er målt til 60 600 kvm, og under bygningen finner man et parkeringshus på 14 000 kvm. Norges Bank består av et sentralbygg på syv etasjer, og arkitektene Lund og Slaatto valgte opprinnelig en videreutvikling av tidligere erfaringer med høy grad av prefabrikasjon og elementbyggeri. På grunn av sikkerhetsmessige grunner, har Norges Bank valgt spesielle bank- og sikkerhetsfunksjoner i sitt bygg, blant annet spesielle anleggsinstallasjoner for damp, trykkluft, vakuum, avløp, kulde og ventilasjon i forbindelse med seddeltrykkeri. Norges Bank bygget er beskrevet som en bygning med høy teknisk standard, med andre ord et komplisert prosjekt. Ellers består bygget av grunnleggende konstruksjonselementer som betong og stål.

Norges Bank har valgt å bruke egne ressurser til styring av prosjektet, og var dermed sin egen byggherre. Byggeorganisasjonen til Norges Bank engasjerte konsulentfirmaet OPAK A/S som byggeteknisk sekretariat, og firmaet har vært engasjert i oppgaver gjennom hele byggeprosjektet. Plankomiteen, bestående av fem medlemmer, inkludert et medlem fra direksjonen og et fra representantskapet, ble etter forslag fra OPAK A/S, valgt til å ta styring over prosjekteringen og gjennomføringen av prosjektet, ettersom prosjektet krevde en mer omfattende organisasjon. Plankomiteen hadde nå fått ansvar over planlegging, fremdrift, koordinering, valg av entreprenører og organisering av byggeprosjektet. Saker av viktighet skulle derimot fortsatt foreligge direksjonen og representantskapet, og det ble etablert et

system for regelmessig rapportering fra plankomiteen. Et tydelig tegn på hierarki, der direksjonen og representantskapet står øverst.

Byggeprosjektet ble gjennomført ved sideentrepriser, noe som betyr at byggherren fikk et omfattende ansvar over organisering og gjennomføring av prosjektarbeiderne.

3.2 Endringer

Byggeprosjektet til Norges Bank bygget i Oslo gikk gjennom mange endringer, samt dårlig prosjektering og administrasjon. Noen av endringene gjort i løpet av prosjektet er kort oppsummert nedenfor:

- Da Norges Bank la ut til arkitektkonkurranse i 1973 var arealet satt til 24 000 kvm i tillegg til en kjelleretasje.
- I 1975 ble arealet utvidet til 32 000 kvm, og de nye totale kostnadsestimatene lød på 296 millioner NOK, dog var seddeltrykkeriet ikke tatt med i planleggingen på denne tiden.
- Planleggingen og prosjekteringen av nybygget strakk seg over lang tid, og prosjektets omfang ble først regnet som fastlagt i 1983, selv om deler av prosjekteringen foregikk selv etter dette.
- Det ble satt sammen en ny prosjekteringsgruppe i løpet av våren 1976, men kontrakten ble ikke signert før senere på året.
- Den nye prosjekteringsgruppen hadde en forutsetning om å rive den bakre delen av Viktoriagården, for å utnytte tomten fullt ut, noe som ikke var med i tidligere planer, dermed ble det estimert en tillegg på 10 millioner NOK.
- Opprinnelig var prosjektet basert på et 11,5 x 11,5 m konstruksjonssystem, men etter hvert ble dette endret til en endelig planmodul på 90 x 90 cm.
- Forprosjekteringen til prosjektgruppen ble lagt frem i 1977, og dette inkluderte et total areal på 51 000 kvm, inkludert de restaurerte bygningene, grunnet utvidet kjeller.
- I 1978 ble forprosjekt II lagt frem, dette inkluderte en sokkeletasje og to kjelleretasjer, med et total areal på 57 876 kvm. For å få til dette måtte nybygget fundamenteres til fjell med slissevegger og vanntette konstruksjoner. Nye estimeringer viste at de totale kostnadene ville ligge på 552 millioner NOK.

- I 1980 ble etasjehøyden endret fra 2,70 m til 2,95 m for å imøtekomme arbeidsmiljølovens krav til større kontorareal og fleksibilitet. Kostnadene var nå justert til ca. 700 millioner NOK.
- I 1981 ble det lagt frem et kostnadsestimat på 1,442 milliarder NOK, dette ble begrunnet med diverse tilleggsarbeider, høyere standard og sterkere prisstigning enn tidligere antatt.
- Byggetrinn I, som inkluderer bygging av kjeller og mesteparten av arealet over bakkeplan, har hele tiden blitt justert.
- I 1982 anbefalte plankomiteen kontinuerlig utbygging av hele kvartalet, grunnet økning i arealbehov siden 1971.
- I årsrapporten lagt frem av plankomiteen i 1983, viste det seg at total arealet nå var økt til 59 600 kvm, og at økningen skyldtes tekniske messaninanlegg i kjeller, seddeltrykkeriets maskinhall og andre justeringer. De nye kostnadsestimatene lød på 1,994 milliarder NOK.
- Nye rapporter i 1984 viste til et kostnadsestimat på 2,003 milliarder NOK på grunn av utvidelse til 60 600 kvm. Rapporten viste også hvordan anbudsprisene på metall-/glassfasader, vegger og tredører hadde økt kraftig.
- Søknad om godkjenning av oppstarting av byggetrinn II og III tok et par måneder mellom årsskiftet 82/83.
- Arbeid med glass- og kobberfasadene startet i 1984, men tok dobbelt så lang tid enn antatt.
- Kompleksiteten av byggetrinn III var undervurdert, mye grunnet endringer for seddeltrykkeriet.
- Kostnadsestimeringen per 1. juni var justert opp til 2.153 milliarder NOK. Den årlige rapporten for 1985 viste at de totale kostnadene var nå blitt estimert til 2,235 milliarder NOK.
- I et notat av OPAK i 1986 viste det seg at det ferdigstilte bygget vill bli på 2.298 milliarder NOK, men at dette var med stor usikkerhet grunnet arbeidets kompleksitet, og entreprenørens undervurdering av vanskelighetsgraden.
- Kostnadsrammen ble i november 1986 revurdert til 2.353 milliarder NOK.
- OPAK mente at usikkerheten fortsatt var tilstede, og at forsinkelser ikke var godt nok kalkulert, dermed ble kostnadsrammen igjen revurdert til 2.433 milliarder NOK.

- Ved utgangen av januar 1987, hadde den totale kostnaden til nybygget blitt justert til 2.509 milliarder NOK, grunnet økt honorar til prosjekteringsgruppen, samt entrepris A4 – glass- og metallfasaden.
- 1. mars 1987 var totalkostnadene på 2.514 milliarder NOK, der ble det lagt frem at økningen skyldtes spesielle arbeider.
- Totalkostnadene for hele nybygget inkludert rehabilitering av eldre bygg, og parkeringshus samt tomtkostnader, endte til slutt på 2.813 milliarder NOK.

Rapporter viser at de ekstra kostnadene påløpt siden 1983 skyldtes:

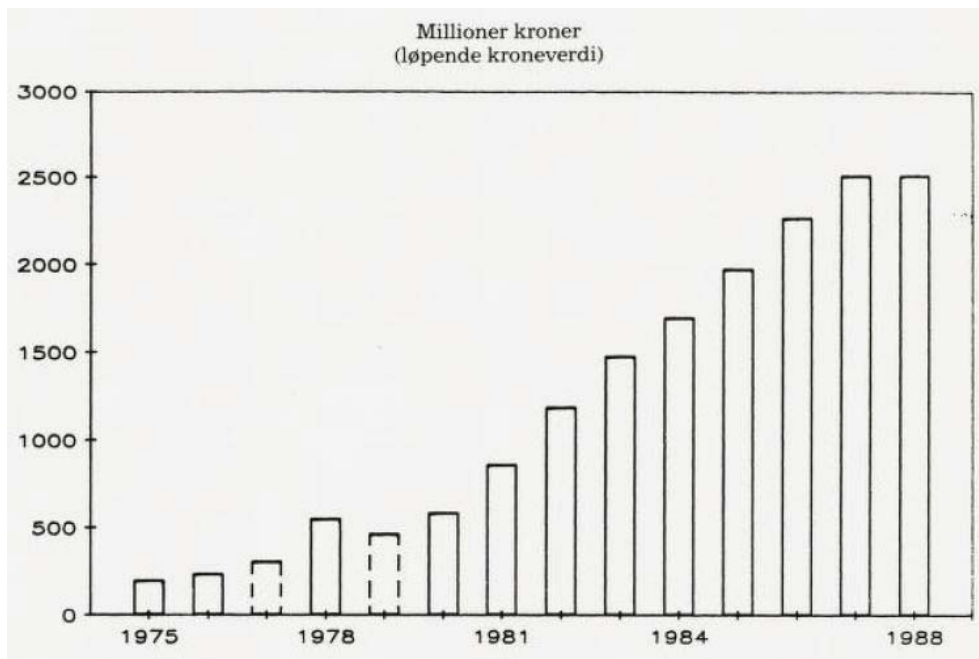
- Målavvik/tilpasninger
- Forlenget byggetid
- Skader/feil/mangler
- Gråsonearbeider
- Lønns- og prisstigning
- Økt rigg
- Honorarer

3.3 Organisering av byggeplassen

Norges Bank valgte å være sin egen byggherre, og entreprisen var av formen byggherre med sideentrepriser, der byggherren har all ansvar for organisering og koordinering av byggeplass og arbeidene. Norges Bank hadde også ansvar for en rekke riggoppgaver, samt oppgaver i samband med kontroll av mannskap og materiell. OPAK stod for byggeledelsen, mens ingeniør Øystein Finvold var byggeplassjef. Under byggeplassjefen var ca. 15 personer, OPAKs byggeledere, ansvarlig for sideentreprisene. Byggelederne var delt inn i teknisk og økonomisk ansvarlig for de forskjellige entreprisene, med en byggeleder for teknisk og en for økonomi. I tillegg hadde OPAK flere byggekonsrollører på tvers av entreprisene. Prosjekteringsgruppen, hadde ansvar for kontroll og oppfølging på byggeplassen, samt koordinering av arbeidene. PG ble opprettet for å holde kontroll på de forskjellige firmaene i prosjekteringsgruppen, og virket som bindeleddet mellom prosjekteringsgruppen og OPAK.

I Norges Banks byggeprosjekt ble det for flere av entreprisene ikke foretatt kontraktmessig avregninger før i forbindelse med sluttoppgjøret, dels grunnet hektisk framgang, men også grunnet ufullstendige arbeidsspesifikasjoner.

3.4 Kostnadsstyring av Norges Bank



Figur 18 Kostnadsutvikling i bygging av Norges Bank i Oslo

Figuren ovenfor gjenspeiler kostnadsutviklingen av Norges Banks byggeprosjekt. Som vist, har kostnadene økt siden det første året, noe som tilsier manglende kostnadsstyring. Det ble rettet sterk kritikk mot manglende styring og kontroll med kostnadene i byggeprosjektet, og saken ble tatt opp i medier. Det er vanskelig å si i hvilken grad den manglende kontrollen og styring av kostnader har ført til de økte kostnadene, men en slik mangel vil uansett svekke byggherrens totale kontroll på prosjektet. Erfaringsmessig har en sterk kostnadsstyring ført til mindre avvik i kostnader.

I prosjektets gang, ble det lagt ned betydelig arbeid i å utarbeide og revidere kostnadsoverslag, og Norges Bank og de som har bistått banken i prosjektet var svært opptatt av økonomien.

Da byggeprosjektet først ble satt i gang, ble det aldri vedtatt noen totalkostnad fordi byggherren mente at det ikke var mulig å fastsette en bindende kostnadsramme såpass tidlig i prosjektet ettersom at prosjekteringen foregikk parallelt med byggingen frem til i 83/84.

Det er i etterkant av prosjektet blitt påpekt at kostnadsrapporteringen viste seg å ikke stemme. Flere poster ble utelatt fra rapporteringene, for eksempel tilsvarer 1.234 milliarder NOK som ble lagt frem i 1983, egentlig en total kostnad på 2.058 milliarder NOK. I 1981 vedtok plankomiteen at budsjett bare ville bli oppjustert én gang i året etter nærmere avtale, men det viste seg at selv om kostnadsrammen hele tiden økte, ble dette godtatt, og det var ingen initiativ til å redusere kostnadsrammen ved andre poster. Prosjektlederen hadde ansvar for å fremlegg av de økonomiske rapporter frem til 1981, etter dette var rapportene mer eller mindre basert på prosjekteringsgruppens overslag.

Det skulle vise seg at kostnader vedrørende enkelte entreprenører, og prosjektet i helhet, ble kraftig undervurdert, noe som kom tydelig frem ved anbud. Selv etter inngått kontrakt var økningene sterke. Prosjekteringsgruppens overslag var i første omgang basert på kvadratmeterpriser, altså erfaringstall fra andre bygg. Senere ble overslaget basert på enhetspriser og prosjekterte masser. Kostnadsoverslaget ble oppjustert, og overslagene ble etter hvert erstattet med anbuds- og kontraktspriser ettersom at prosjektering og bygging ble kjørt parallelt frem til i 83/84.

Som vi ser nedenfor i tabell 5, var det mange av entreprenørene som oversteg kostnadsrammen i overslaget. Spesielt B1, A4 og A8, mye av dette var på grunn av endringer, samt at overslaget var usikkert grunnet prosjektering mens byggingen foregikk, og en sterk undervurdering av anbud.

Entreprise B1 omfatter plasstøpte betongkonstruksjoner for nybygget. Kontrakten med entreprenøren Astrup & Aubert AS, nå Aker entreprenør AS, inngikk kontrakt i 1981, med oppstart i november. Startdatoen ble derimot forskjøvet til 15. februar 1982, og total byggetid ble i tillegg forlenget med én måned enn det som var planlagt, grunnet endringer for å oppfylle kvalitetskrav. Kostnadene for denne entreprisen økte fra estimerte 79,7 millioner NOK til å ende opp med 145,6 millioner NOK; prisstigning på 11 millioner NOK, avtaler om kompensasjon på ca. 19 millioner NOK og tilleggsarbeider på ca. 36,2 millioner NOK.

Tabell 5 Kostnadsendring i utvalgte entreprenører

	Kontrakt e l+ pris- og lønnsstigning	Sluttsum
B1 - plasstøpte betongkonstruksjoner	90 mill kr	146 mill kr
A3 - innvendig naturstein	33 mill kr	41 mill kr
A4 - metall-/glass fasader	250 mill kr	351 mill kr
A7 - innvendige plate vegger	9 mill kr	21 mill kr
A8 - innvendige system- skillevegger og tredører	57 mill kr	95 mill kr
A10 - innvendige metallarbeider	54 mill kr	71 mill kr
D11 - himlinger	32 mill kr	51 mill kr

Entreprise A4, metall- og glassfasader overskred kostnadsrammen med nærmere 135 millioner NOK. Entreprenør Raufoss Ammunisjonsfabrikker AS fikk ansvar for den spesielle fasadeløsningen. Denne omfattende entreprisen hadde problemer og forsinkelser forårsaket blant annet av at entreprenøren fikk ansvar for videre prosjektering. Det oppstod uenighet om anbudsmateriale og en ubesluttsom byggherre. Kontrakten ble inngått i 1983, og byggetiden var beregnet til 17 måneder. Problemer førte til at byggetiden strakk seg over 32 måneder, og den opprinnelige kontraktsummen på 216,8 millioner NOK økte til en sluttsum på 351 millioner NOK. Den store økningen skyldtes blant annet prisstigning, valutareguleringer, kompensasjon for ”skjult” vanskelighetsgrad og urasjonell montasje, og fristforlengelse grunnet endringer etter ønsker av byggherren. Denne store forsinkelsen førte til en utsettelse av entreprise A8, innvendige system-, skillevegger og tredører, og entreprise D11, omfattende demonterbare himlinger.

3.5 Entreprise

Som tidligere nevnt, valgte Norges Bank en form for sideentreprise, der de selv stod som byggherre med ansvar for organisering og koordinering. Totalt bestod prosjektet av omtrent 120 forskjellige entreprenører, som Norges Bank selv skulle styre. Det ble lenge vurdert en form for hovedentreprise, der én entreprise tar seg av ansvaret for sideentreprenørene, men dette ble ikke gjennomført. Det ble begrunnet at prosjektet på den tiden ikke var tilstrekkelig gjennomarbeidet, og at det ikke ville være mulig å spesifisere selv noe tilnærmet brukbart anbudsmateriale for en utsendelse av anbud. Norges Bank konkluderte med at en form av hovedentreprise eller generalentreprise ikke ville kunne bidra i ønsket retning, og at det ikke ville være noen fordel ved å velge dette. Prosjektleder påpeker i tillegg at det ikke var noen

dominerende entreprenører med kontrakt av betydelig omfang som kunne blitt sett på som den naturlige hovedentreprenøren.

På grunn av den valgte entreprisen, var oppfølgingen av entreprenørkontraktene svært omfattende. Ansvaret inkluderer blant annet fremskaffing av arbeidstegninger, fremdriftsplanlegging og koordinering av arbeidene samt annen oppfølging og kontroll av arbeidene på byggeplassen.

Denne entreprisformen krever oppfølging selv etter kontraktsinngåelse. På grunn av prosjektets omfang, var tegningsmaterialet lagt frem i anbudsrunden ikke detaljert nok, og som byggherre, hadde Norges Bank ansvar for å tildele gode nok arbeidstegninger etter behov. I tillegg kreves det en detaljert fremdriftsplanlegging og forholdsordrer for endringer, tilpasninger og tilleggsarbeider samt å finne løsninger til oppgaver som faller mellom enkelte entrepriser, såkalte gråsonearbeider. Norges Bank hadde ansvar for rigg og drift av byggeplassen, noe som innebærer å skaffe vann, strøm, innløsning, kraner, arbeidslokaler osv. Byggherren skal også kontrollere materialer og utførelse, og godkjenne time- og materiallister ved regningsarbeider.

3.6 Kontrakter

Kontraheringen strakk seg over seks år, der de fleste kontrakter og avtaler ble inngått i 83/84. Kontraktene baserte seg stort sett på anbudskonkurranse, selv om flere entreprenører ble utbetalt store beløp i tillegg til kontraktssummen. Det ble også utbetalt betydelige summer til riggentreprenøren for regningsarbeider, da de hadde en regningskontrakt.

Et utvalg av entreprenører ble oppfordret til å delta i anbudskonkurransen, altså en begrenset anbudskonkurranse. Bortsett fra entreprisen R1, rigg, drift og forefallende arbeider, fikk entreprenørene beskjed om å oppgi timepris for regningsarbeider.

Til tross for anbudskonkurranse og fastpriskontrakter, måtte Norges Bank utbetale betydelige beløp i tillegg til kontraktssummen. Dette tillegget skulle dekke endringer og kompensasjon for forsinkelser og plunder, utbedringer av skader og mer. Kontraktene ble inngått parallelt med prosjekteringen, og arbeidet beskrevet i anbudskonkurransen var usikkert.

Arbeidstegninger og detaljer var som sagt ikke spesifisert, og bud som kom inn var basert på dette, noe som igjen førte til endringer og utbedring, og dermed store tilleggskostnader.

4 ANALYSE OG RESULTAT

Som vi har sett på tidligere er det mange faktorer som påvirker usikkerheten i kostnadsstyringen. I både styring av usikkerhet og kostnader spiller planlegging en viktig rolle. Byggingen av Norges Bank bygget i Oslo som startet på 70-tallet er et godt eksempel på hvorvidt et prosjekt kan utvikle seg, og hvor store forskjeller det kan være ved oppstart og ved sluttresultat av et prosjekt. Per definisjon vil et vellykket prosjekt være prosjekter der byggherren hele tiden har kontroll på blant annet kostnadsutgiftene i forhold til kvalitet.

4.1 Kostnadsøkningen i bygging av Norges Bank

I forbindelse med de store overskridelsene ved byggingen av Norges Bank kan vi trekke ut kostnadskontroll, endringer og prosjektering som betydelige årsaker.

4.1.1 Kostnadsøkning på grunn av endringer

I løpet av prosjektets levetid ble det utført endringer til byggets utforming; standard, funksjoner, teknisk og arkitektur. Dette vil under normale omstendigheter medføre økte kostnader som følge av både nye kostbare løsninger og konsekvenser i forhold til prosjektering. Erfaring viser at endringer som kommer senere i prosjektet har større konsekvenser på kostnadene.

Det er tidligere nevnt at organiseringen av prosjektet ikke hadde et klart skille mellom de ulike fasene av prosjektet. Ved oppstart av byggingen var ikke hele prosjekteringen utarbeidet, og bygging og planlegging overlappet hverandre i en lang periode. Ideelt sett skulle dette være en fordel tidsmessig. Det var tenkt at hovedtrekk var fastlagt, der ønsker og behov for standard og funksjoner var klargjort, men i praksis vil det ofte skje endringer av forskjellige grunner. Et godt eksempel er beslutningen om seddeltrykkeriet. Denne beslutningen ble tatt sent i prosjektfasen, og endringen førte til store kostnader, da et slikt anlegg krevde plass, tid og tilpasning. Mange endringer og justeringer førte til en betydelig stor forskjell mellom bygget som vant arkitektkonkurransen, og bygget som stod ferdigstilt. Som byggherre, hadde Norges Bank ansvar for alle beslutninger om endringer til bygget.

Arbeidsmiljøloven, vedtatt i 1977, krevde nye funksjonskrav, og takhøyden måtte da økes. Kostnadene til enkelte endringer var undervurdert, slik at disse ikke fremkom i kostnadsoverslagene.

Grunnet endringer, har det medgått omfattende tilleggsarbeider, og entreprenørene ble kompensert ved regningsarbeid. Enkelte entrepriser fikk mye tilleggsarbeider, som skyldes både endringer, men også videreprosjektering.

4.1.2 Kostnadsøkning på grunn av prosjektadministrasjon

Det er vanskelig å si at den administrative fasen av prosjektet er grunnen til de store utgiftene. Antakelsene forblir usikre, men det enkelte trekk i prosjektet som gjør at de prosjektadministrative forhold blir tatt opp sammenheng med kostnadsøkningen:

- Plankomiteens formann fram til 1985 var fra direksjonen
- Ingen i Norges Bank var engasjert med byggesaken på heltid
- Plankomiteens manglende ekspertise innen fagfeltet

Plankomiteen hadde stort ansvar i styring av prosjektet, og det påpekes at en mer begrenset informasjonsmengde, systematisk tilpasset de beslutninger plankomiteen skulle treffe, ville gitt en klarere og sikrere styring. Medvirkning direkte fra Norges Bank kan ha bidratt stort til utvikling av byggets kvalitet, funksjoner og standarder. Med større faglig kompetanse innen bygg ville plankomiteen kunne vurdere den detaljsterke arkitekturen på en mer økonomisk måte.

På grunn av den valgte entrepriseformen stiltes det store krav til samordning og administrasjon mellom de forskjellige entreprenørene. Store tilleggskostnader er påløpt som følge av vanskelige framdriftsforhold, utbedring av skader osv. Tilleggskostnadene grunnet uhensiktsmessig samordning av enkelte arbeider har vært større enn normalt. Entrepriseformen førte blant annet til at riggentreprenøren måtte utføre diverse forefallende arbeider, noe som igjen førte til betydelige kostnader i form av regningsarbeid. Det skal i forbindelse med administrering også nevnes at prosjektleder og prosjekteringsgruppen var

uenige om utførelsesrekkefølgen av de innvendige arbeidene, noe som ville føre til høye kostnader grunnet entreprisformen og den krevende samordningen.

Et særtrekk ved dette prosjektet er OPAKs ansvar. OPAK var prosjektleder, sekretariat for plankomiteen og byggeleder, noe som kan ha innviklet ansvarsfordelingen. Et klart skille mellom oppgaver for prosjektleder og oppgaver for byggeleder vil kunne føre til klarere ansvarsforhold. Det er således vanskelig å si i hvilken grad dette har påvirket kostnadsøkningen, men erfaringsmessig har dette slått ut negativt på prosjekter, og at et sånt opplegg var lagt opp for å best ivareta byggherrens interesse.

4.1.3 Kostnadsøkning på grunn av kostnadsstyring

Store deler av kostnadsøkningen i byggingen av Norges Bank skyldes feilkalkulasjon, eller underestimering. Dette har vært en gjenganger gjennom hele prosjektet, allerede fra tidlige faser. På grunn av underestimeringer og feilkalkulasjoner, har dette hindret prosjekteringsgruppen i å ta hensyn til videre prosjektering ettersom at de virkelige kostnadsoverslagene ikke ble lagt frem før sent i prosjektet. Det er vanskelig å si hvor mye dette hadde å si for beslutningene til videreprosjekteringen, men feilkalkulasjon i så stor grad skal ikke forekomme i et prosjekt av denne størrelsesorden, da andre besparende løsninger kunne ha blitt foretrukket for å redusere overskridelsene.

Manglende erfaring og kompetanse har gjennom hele prosjektet ført til store underestimeringer for blant annet entreprisene. Kostnadsoverslaget til enkelte entrepriser ble kraftig oppjustert etter inngått kontrakt. Det er derimot gitt uttrykk for at en overlapping av bygging og prosjektering, samt endringer har gjort det vanskelig med eksakte kostnadsprognoser.

4.2 Sammenligning med tilsvarende prosjekter

Det er blitt gjort analyser av tilsvarende prosjekt i både Sverige og Danmark. Sveriges Riksbank i Stockholm stod ferdigstilt i 1976, mens Danmarks Nationalbank stod klar i København i 1978. Alle disse tre bankene var på en måte bygget i samme periode, og i

forbindelse med Norges Bank prosjektet, hadde banken reist til utlandet for studere byggingen av disse to andre bankene. Det ble lagt vekt på både kostnader og bygningens utførelse ved studier av byggingen av disse utenlandsbankene. Medlemmer av plankomiteen mente at disse prosjektene var på lik linje med byggingen av Norges Bank, og at man derfor kunne dra nytte og erfaring fra prosjektene.

Det interessante å trekke ut fra analyser av byggingen av Nationalbanken og Riksbanken, er at de totale kostnadene for prosjektene viste seg å være langt under kostnadene for Norges Bank. Selv om tallene ikke kan sammenlignes direkte, viser dataene at byggesummen for Norges Bank bygget i Oslo var 2-3 ganger høyere enn Nationalbanken i København, og 6-8 ganger høyere enn Riksbanken i Stockholm, selv om Riksbanken ekskluderte seddeltrykkeri. Videre er det vist til en dobbelt så høy kvadratmeterpris i forhold til Nationalbanken, og 3-4 ganger så høy i forhold til Riksbanken. Men det skal også sies at Norges Bank bygget er rommeligere enn både bankene i København og Stockholm.

4.2.1 Nationalbanken i København, Danmark

Byggingen av Nationalbanken i København startet i 1963, og prosjektet strakk seg over 15 år. Byggingen ble, på samme måte som Norges Bank, utført i tre byggetrinn. Første byggetrinn stod ferdigstilt i 1971, og omfattet seddeltrykkeri, kontorer, tekniske anlegg og kantinen. Andre byggetrinn stod ferdig i 1976, og omfattet kontorbygg og den åpne banken, mens siste og tredje byggetrinn omfattet garasjeanlegg, verksted og gårdsplass for pengetransporter.

Det har ikke vært mulig å gi noe overslag over hvor mange timer med prosjektering som har medgått til prosjektet. Arkitektene fikk betalt på grunnlag av samlet byggeomkostninger, og ikke etter anvendte timer.

Nationalbanken ble bygget i et bolig- og industriområde, hvor den gamle nationalbanken stod. På grunn av vanntrykket under bygningen, krevdes det spesielle løsninger for å holde bygningen nede, derfor ble det besluttet å bygge to hvelvkjellere som fundament for seddeltrykkeriets maskinhall. Bankens fasade består av marmor, og bygningsmateriale er delvis spesialtilpasset. Sikkerhetssystemet er derimot preget av en tradisjonell metode der vaktene i resepsjonen skriver inn de ansatte, noe som senere har blitt endret.

Nationalbanken er på totalt 48 131 kvm netto, og rommet 560 heltidsansatte i 1989. De totale kostnadene lå på 296 millioner kr eksklusive merverdiavgift; 17,9 millioner kr til omkostninger, 37,2 millioner kr til honorarer, 4,1 millioner kr til bygningsattest og 236,9 millioner kr til håndverkerutgifter. Inflasjonsjusteringer og nåverdien av bygget regnet i 1987 var på ca. 851 millioner kr, eksklusive merverdiavgift, da denne avgiften har hatt kraftig variasjon i denne perioden. Oppjusteringen er gjort på grunnlag av byggeindeksen og sluttkostnaden ved ferdigstilt prosjekt.

Byggutvalget i Nationalbanken bestod av tre medlemmer, alle fra banken. Hovedansvarlig var bankdirektøren, mens de to andre var seddeltrykkeridirektør og underdirektør fra banken. Disse tre hadde ansvar for bankens direksjon, styring og representant, og dette utgjorde hele byggherreorganisasjonen under hele prosjektet. Det ble heller ikke lagt frem noe totalbudsjett for byggingen av Nationalbanken. Dette ble begrunnet med at bygget ikke hadde noen grunnlag til sammenligning ettersom at det bestod av en spesiell karakter og innredning.

4.2.2 Riksbanken i Stockholm, Sverige

I 1969 ble byggingen av Sveriges Riksbank godkjent, og i første kvartal av 1976 stod bygningen klar. Riksbanken skulle bygges midt i Stockholm sentrum, og byggeforholdene var dermed vanskelige. Også her er det vanskelig å sette antall timer som er lagt ned i prosjekteringen av prosjektet.

Riksbanken består av ni etasjer over bakken, dekket i sort granitt og kobberplater. Modulbygget gjør det enkelt å flytte, rive og sette opp vegger etter behov. Det er lagt vekt på støyisolasjon, og sikkerheten er like enkel som i Nationalbanken i København. Bygningen er på totalt 28 600 kvm brutto, og 23 000 kvm netto, altså ikke fullt utnyttet areal grunnet husets form. Riksbanken har ikke et eget seddeltrykkeri, og arealet under bakken benyttes derfor til transportering. Den totale byggesummen ble på 135 millioner kr inkludert merverdiavgift, der 13,5 millioner kr gikk til prosjektering, og inkluderer alle kostnader til fullt utrustet hus. Totalkostnadene stemmer så å si med estimeringen gjort i 1972. De to avvikene verdt å nevne er prisstigningen og fasadekostnadene. En estimert oppjustering til 1987 verdi viste en totalkostnad på ca. 300 millioner kr.

Riksbanken var styrt av syv utvalgte, der seks ble utvalgt av Riksdagen, og den syvende av regjeringen. Byggekomiteen bestod av syv medlemmer, to fra styret, mens de resterende var representanter fra riksbanken. Byggekomiteen var direkte underlagt styret, men var meget selvstendig ettersom at styret, selv, bare tok sentrale beslutninger som for eksempel valg av entreprenører, sikkerhetsspørsmål og organisasjonsspørsmål.

Det ble også opprettet en program- og sikkerhetskomite, som hadde i oppgave å fastlegge program for ulike funksjoner i bygget. Komiteene bestod av personer fra banken, men ved møter ville eksterne eksperter delta. I 1972 ble det engasjert en person erfaring innen byggeledelse. Han fikk ansvaret for styring av økonomi, og var direkte understyrt av byggekomiteen. Også i byggingen av Riksbanken foregikk prosjekteringen parallelt med byggingen til en viss grad. Prosjektet ble utført med en delt totalentreprise, og hver av de ca. 20 totalentreprisene fikk ansvar for sin del av prosjektet. Banken krevde 10 års funksjonsgaranti for innovativ teknikk, men foretrakk eksisterende, dermed kunne byggherren si seg fornøyd med prosjektering av en viss detaljeringsgrad.

4.2.3 Direkte sammenligning

En direkte sammenligning av alle tre prosjektene må tas med visse forbehold, ettersom at det kan oppstå avvik i metoder for oppmåling av bygget, og at prisstigning og den varierte merverdiavgiften, valutaen og kursendringen vil kunne gi et feil bilde av de totale kostnadene. En grov sammenligning av disse tre byggene vil vise at de totale kostnadene for Norges Bank er betydelig høyere enn Riksbanken og Nationalbanken.

Det skal dog sies at Norges Bank bygget er større enn de to andre bankene, og antall ansatte er noe høyere. Som tidligere nevnt, var det bare bygningen i Sverige som hadde et budsjett tidlig i prosjektet, mens prosjektene i Danmark og Norge begrunnet den utelatte estimeringen med at bygningen var av teknisk høy kvalitet, og at et estimat ville vært av stor usikkerhet ettersom at prosjekteringen og byggingen foregikk parallelt. Det skal dog sies at man ved byggingen av Norges Bank hadde et grunnlag for sammenligning, da bankene i København og Stockholm stod ferdigstilte på denne tiden.

Likevel var kostnadene klart forskjellige, og det kan vises til en forskjell i organisering av prosjektet. Det vises at organiseringen var strammere i både Danmark og Sverige. Danmark hadde en byggekomite bestående av tre medlemmer, noe som gjør beslutningsprosessen hurtigere. Sverige hadde en byggekomite tilsvarende plankomiteen i Norges Bank, men det ble satt en heltidssjef som hadde ansvar for styringen av prosjektet. Dette førte til en klarere oppdeling av ansvarsområdene i prosjektet. Til sammenligning med Norges Bank, som hadde en ekstern engasjert prosjektleder som i tillegg hadde ansvar for byggeledelsen.

Riksbanken og Norges Bank drev prosjekteringen parallelt med byggingen, men situasjonen var tydeligere i Norge. Byggeomfanget og byggets utforming ble bestemt sent i prosjektet, som for eksempel seddeltrykkeriet. Dette førte til store komplikasjoner og endringer, og vanskeliggjør en effektiv kostnadsstyring og estimat. I Danmark var seddeltrykkeriet allerede i planene da byggingen startet, og en av de tre medlemmene av byggekomiteen var direktøren for seddeltrykkeriet.

4.3 Forbedringer i Norges Banks prosjektet

Byggingen av Norges Bank ble som sagt ferdigstilt med store overskridelser. Noen vil si at prosjektet var vellykket på grunn av dets oppnåelse av funksjoner og krav, mens andre er uenige nettopp på grunn av de store overskridelsene.

Det er vanskelig å definere hvilke prosjekter som er vellykket, og hvilke som er mislykket, men Norges Bank bygget hadde svake planer og estimater, sammen med en grei gjennomføring. Ifølge Wysocki, Beck og Crane (1995) vil dette defineres som et mislykket prosjekt.

Hetland (2003) nevnte at mangel på data og erfaring var grunnen til en dårligere prosjektledelse. Studier viste at dette ble utbedret mot slutten av 80-tallet, på samme tid da Norges Bank bygget stod ferdigstilt. Et av problemene med estimeringen i Norges Bank var mangel på erfaring. Dette skal sies å stemme til en viss grad. I dag har vi databaser, der de aller fleste prosjekter blir ført. I forbindelse med Norges Bank, var den eneste erfaringen fra Riksbanken i Stockholm og Nationalbanken i København. Disse to bankene kan defineres som vellykket med tanke på kvalitet, kostnad og gjennomføring.

Norges Bank kunne derimot se nærmere inn på detaljer om gjennomføringen av disse bankene. Det viste seg at byggingen av Norges Bank valgte en annen form for organisering, en form som var mye mer krevende. Med tanke på et så stort og omfattende prosjekt, krevdes det erfaring og stor kompetanse innen bygg. Norges Bank hadde verken nok erfaring eller ressurser til å dekke det krevende ansvaret, derfor ble plankomiteen opprettet. Situasjonen kunne vært håndtert ved en annen form for entreprise. En totalentreprise eller generalentreprise, som ble vurdert, hadde redusert ansvaret til byggherren. Det ble begrunnet at ingen entrepriser på det tidspunktet virket til å passe rollen som den styrende entreprisen. Dette kan til dels stemme, men ettersom at Norges Bank valgte en begrenset anbudskonkurranse, kan de dermed ha begrenset selg selv, og utelatt bedre tilpassende entreprenører, både kontraktsmessig og ansvarsmessig.

Ved valg av en totalentreprise eller generalentreprise ville Norges Bank ha større kontroll på prosjektet. Entreprenøren vil ta ansvar for administrering av arbeider, og byggherren vil ha mer til og ressurser til bedre prosjektering og eventuelt løsninger og beslutninger. Hadde Norges Bank lagt mer vekt på planlegging av entrepriser ville de hatt avlastet seg selv for påkrevende administrasjon, og satt seg mer inn i styring av kostnader og usikkerhet, samt bedre gjennomarbeiding av prosjektets funksjoner og krav. I stedet måtte Norges Bank bruke tid på oppfølging av blant annet arbeidstegninger, fremdriftsplanlegging og koordinering av arbeidene.

Norges Bank hadde som sagt en begrenset anbudskonkurranse, dette begrenset deres tilbydere. En åpen anbudskonkurranse ville gitt flere entreprenører sjansen, og kostnadene kunne vært redusert, selv om store tilleggskostnader var pålagt grunnet ekstra arbeider. Flere av kontraktene ble inngått med dårlig detaljeringsgrad, og arbeidet lagt ut til anbud var usikkert. Ved en bedre planlegging, og bedre og mer spesifiserte arbeidstegninger og planer ville Norges Bank ha kunne unngått mange tilleggsarbeider, og spart store kostnader. Kostnadsoverslagene var basert på usikkert arbeid, og Norges Bank baserte estimatet sitt på dårlig forklarte arbeidsoppgaver. Mange av kontraktene ble godtgjort ved prosjektslutt, og det var først da store summer ble utbetalt, større enn forventet.

Dette vil igjen gjenspeile en dårlig kostnadsstyring i Norges Bank. Valget av entreprise og kompensasjonsformat, samt dårlig oppfølging og kontroll av arbeider førte til store overskridelser. Mye av skylden i den uforventede overskridelsen skyldtes dårlige

kostnadsestimat. Det ble gjort kostnadsoverslag over alle kontrakter og entrepriser, men lite erfaring og ingen sammenligningsgrunnlag førte til stor underestimering. Riksbanken i Sverige foretrakk eksisterende teknologi og løsninger, og med dette ville de lette kunne foreta seg mer forventningsrette estimater basert på tidligere data og erfaring. I forbindelse med oppstart av prosjektet ble det gjort et preliminært budsjett, og senere kom det semidetaljerte budsjettestimatet, men på grunn av overlapping av prosjektering og bygging ble Norges Bank hindret i å foreta en endelig, eller detaljert, budsjettestimat, var det vanskelig å holde seg innen en kostnadsramme. Videreprosjekteringen fortsatte frem til 80-tallet, og kostnadene fortsatte å øke. En god kostnadsstyring krever detaljert planlegging og spesifikke arbeider. Uansett hvilke estimeringsmetode man bruker vil man tilfellet med Norges Bank, slite med å predikere et forventningsrett estimat. Rolstadås (2006) ville plassert Norges Bank prosjektets estimater innen syntetisk faktorestimering, selv om data og detaljeringsgraden i Norges Bank var minimal.

Endringen gjort i Norges Bank hadde stor betydning for overskridelsene. Norges Bank hadde to ifølge Rolstadås (2006), to former for endringer; de som skyldes utvidelse, og de som faller innenfor opprinnelig prosjekt. Seddeltrykkeriet ble, som tidligere nevnt, lagt inn i planene sent i prosjektet, en slik stor endring i senere faser av et prosjekt vil påføre store kostnader. Derimot måtte Norges Bank endre på takhøyden grunnet miljøloven, og for å tilfredsstille disse krav måtte de endre takhøyden. Denne uforventede endringen vil koste til og penger, og Norges Bank skal ikke klandres for dette, da denne var uforutsett, og ville skjedd uansett entreprise, kontrakt, organisering, estimat og kontroll. Men det Norges Bank kunne gjort, var å begrense videreprosjekteringen av bygget. Arkitektene fortsatt sitt arbeid langt ut i byggingen, og tegningen som vant konkurransen utviklet seg hele veien. En mer erfaren og kompetent byggherre hadde vurdert denne saken nøyere, og i beste fall, bedre, og begrenset arkitektene, samt finne andre besparende løsninger for å kunne redusere overskridelsene. En strengere styring og kontroll av kostnadene ville ha kunne fått frem de negative tallene tidlig i prosjekteringsfasen, og prosjektet ville kunne unngått en slik stor kostnadsøkning.

Alle punkter nevnt ovenfor kan mer eller mindre falle tilbake på en dårlig prosjektledelse. Å velge Norges Banks representanter som prosjektledelse har påvirket beslutningene ettersom at deres syn alltid vil være en forbedring av bygget. Manglende fokus på styring av kostnader har ført til store utvidelser, mange endringer og store overskridelser i alle faser av prosjektet. Med en bedre planlegging, og en detaljer forprosjektering ville Norges Bank kunne redusert

overskridelsene betydelig. Problemet til mange byggherrer, selv i dag, er overlappingen av bygging og prosjektering. Denne metoden vil alltid føre til endringer, og større prosjekter vil i de fleste tilfeller lide av større overskridelser. Med et så stort omfang og kompleksitet som Norges Bygg banken bestod av, vil det være nærmest umulig å prosjektere absolutt alt før byggestart, men en så liten detaljeringsgrad, og lite planlagt arbeid som Norges Bank utførte, førte til store overskridelser. Hadde Norges Bank kunne planlagt og prosjektert mer i begynnelsen av byggingen, ville store kostnader vært spart, i form av både endringer, tid og kostnader. En prosjektering strukket over ca. 10 år er mye, selv for et prosjekt av denne størrelsen, både i tid og i kostnader.

4.4 Andre eksempler

Større byggeprosjekter sliter med planleggingsfasen. Et godt eksempel på dette er bygg av boligprosjekter. Det blir lagt ned mye tid og kostnader i planlegging av oppstartsfasen, mens planlegging av gjennomføringen og detaljer blir tatt hånd om senere ettersom prosjektet går. Dette vil i mange tilfeller føre til store komplikasjoner, og dermed forsinkelser, som igjen fører til store kostnader. I slike prosjekter vil oppdragsgiver skaffe alle kontrakter med forskjellige entreprenører som går med på å bygge boligen, og hele bygget vil bli tegnet og planlagt. Deretter vil leilighetene legges ut for salg. Bare dersom et visst antall leiligheter blir solgt før en gitt dato, vil boligprosjektet bli satt i gang. Her bærer oppdragsgiver en stor risiko for at prosjektet blir lagt ned. Det vil bli lagt ned mye arbeid i markedsanalyser, men dette er fortsatt en ekstern risiko som ingen kan endre eller påvirke. Ettersom leilighetene blir solgt, kan eierne endre på alt fra fliser til kjøkken. Dette vil i så fall slå ut på endringsorde, og som vi tidligere har påpekt, vil dette føre til endringer i tidsplanen.

Vi har tidligere sett på faktorer som har stor betydning for kostnadene i et byggeprosjekt. Kort oppsummert kan vi si at usikkerheten bak kostnader kan dekkes av estimer, forsinkelser, endringer, kontraktstrategi, kompensasjonsformat og prosjektledelse.

5 KONKLUSJON

I forbindelse med byggingen av Norges Bank bygget i Oslo, er det mange ting som kunne gjort annerledes. Det er vanskelig å si i hvilken grad disse endringene ville påvirket kostnadsoverskridelsene, men senere studier og erfaringer tilsier en sterkere kostnadsstyring og redusert overskridelse.

Etter å ha studert byggingen av Norges Bank bygget i Oslo, kan vi konstatere at prosjektet ble gjennomført i en utfordrende periode, der prosjektledelse og kostnadsstyring ikke stod i fokus. Mange faktorer har ført til store endringer og en relativt dårlig styring og gjennomføring av prosjektet. Spesifikke data var vanskelig å få tak i, og med at prosjektet foregikk på 70- og 80-tallet. Men etter å ha sammenlignet analysen av Norges Bank med teorien, kan vi grovt konkludere med at noen få endringer i oppstartsfasen av prosjektet kunne gitt et positivt utslag ved prosjektslutt. Spørsmålet forblir hvorvidt disse studiene stemmer, og i hvilken grad disse eventuelle endringene ville påvirket totalkostnadene.

Faktorer som administrering, organisering, entrepris, kompensasjon, endringer, estimater og kostnadsstyring har vært sentrale i analysen av Norges Bank prosjektet, og vi har sett at prosjektet ble gjennomført med svak prosjektledelse og kostnadsstyring.

Resultatet i Norges Bank prosjektet viser til en overskridelse på over 2 milliarder NOK, riktig nok var det første estimatet ufullstendig, med utelatte poster. Studier i teorien viser at Norges Bank bygget ikke var helt vellykket som prosjekt, og at bruk av andre metoder og styring kunne påvirket de store overskridelsene. I praksis kan prosjektet grovt sammenlignes med bygging av Riksbanken i Stockholm og Nationalbanken i Danmark, der begge prosjektene kom godt ut i forhold til Norges Bank. Det blir vist til bedre organisering og styring av prosjektet, samt færre endringer og bedre estimater.

Grunnet vanskeligheter med å få tak i spesifikke data i byggingen av Norges Bank, kan vi ikke med 100% si at endringer i blant annet organiseringen, valg av entrepris og entreprenører vil kunne påvirke overskridelsene i en positiv retning, og vi kan heller ikke vise til spesifikke data. Analysen viser likevel at prosjektet ikke var vel gjennomført, ettersom at

overskridelsene ble såpass store, og at saken ble tatt opp av finansdepartementet. Vi har derimot sett på faktorer som vi mener kan ha påvirket totalkostnaden i en stor grad.

Etter å ha sett på byggingen av Norges Bank kan vi slå fast at det er store rom for forbedringer innen byggprosjekter, spesielt organisering, administrering og prosjektledelse generelt. Det har i senere tid blitt lagt mer vekt på disse områdene, og studier og erfaring viser at prosjekter har blitt mer obs på kostnads- og prosjektstyring. I en studie av prosjektledelse har det blitt vist til en gjennomsnittlig ROI på 27% av de spurte industriselskapene.

Prosjekter innen bygg og konstruksjoner har ofte store økonomiske konsekvenser, og overskridelser og forsinkelser vil trekke oppmerksomhet. Prinsippene for optimal kontraktsutforming, for bygge- og konstruksjonsprosjekter, baserer seg på innsikt fra kontrakts- og insentivteori, samt beste praksis studier.

Mange prosjekter lider av en dårlig prosjektledelse og styring av kostnader. En overskridelse har i mange tilfeller blitt begrunnet med en underestimering. En viktig del av forventningsrett estimater ligger i implementering av endringer når de oppstår, slik at prosjektet kan justeres etter endringene. Dette krever en god prosjektledelse og god prosjektering, samt god kommunikasjon mellom alle involverte parter på alle nivåer i alle faser av prosjektet. Database og erfaring er viktige brikker i estimeringen av et prosjekt

Studier har vist klart at en god prosjektledelse er grunnlaget for et vellykket prosjekt. I mange tilfeller vil et vellykket prosjekt være godt nok, men i senere tid har det blitt satt stor fokus på kostnader i prosjekter. Mange er interesserte i å få det maksimale ut av hvert byggeprosjekt, å øke effektiviteten i gjennomføringen av prosjektet. For å få til det optimale prosjektet kreves det en god prosjektledelse, et godt team med god kompetanse og erfaring, samt god planlegging.

6 VIDERE FORSKNING

Det er gjort studier av professor Martin Fischer fra Stanford University, der han påpeker at byggeprisen kan bli halvert ved bruk av mer effektiv teknologi. Fischer mener at denne teknologien vil føre til at selskaper kan lage tegninger til en fjerdedel av prisen, samtidig som man daglig vil få 2,5 timer mer effektiv arbeidstid per ansatt. Fischer presiserer at framtiden i byggevirksomheten ligger i de kommende generasjoner med ny tekning, altså ledere med fokus på moderne lederverktøy og datautvikling.

Fischer og Roberto Arbulu, direktør for SPS Technical Services i San Fransisco, har jobbet mye med virtual design og construction, VDC, der ”*Building Information Modeling*”, eller såkalte BIM, står sentralt.

Kort forklart baserer VDC-modeller seg på tilgang til delte data. VDC-modeller er virtuelle og viser til beskrivelser av prosjektet i form av design, konstruksjon og gjennomføring. Disse modellene baserer seg på logisk integrasjon, altså vil en endring fremheves i avhengige arbeid, dermed vil de påvirkede, Architect, Engineering og Contractor (AEC), samt oppdragsgiver, være klar over disse endringene. Studier har vist at selskap som har begynt å integrere VDC-modeller har sett tegn til forbedringer i prosjektets gjennomføring. For å nevne noen VDC-baserte modeller har vi: Building Explorer, Autodesk AutoCAD Civil 3D, Advance Steel, Advance Concrete og Microstation.

Sammen har Fischer og Arbulu stått for studier der de konkluderer med at dataverktøy, innovativ tankegang og aktiv prosjektledelse kan ta byggevirksomheten til et nytt steg.

Det er gjort studier av 20 byggeprosjekter i USA og Asia, der prosjektene er delt inn i tre innfallsvinkler:

- A – Tradisjonell bygging
- B – Litt bruk av BIM
- C – Full bruk av BIM, med tilhørende VDC og god prosjektledelse

Resultatene viser at A-byggenes kostnader kom på totalt 329 millioner dollar, mens B- og C-byggene kom på henholdsvis 211 millioner dollar og 146 millioner dollar.

Videre forklarer Fischer at de brukte et sykehus i California til 328 millioner dollar som eksempel for å vise til mer spesifikke tall. Prosjektet ble tildelt 11 forskjellige selskaper, med samme kontraktsforhold, til samme tid. Sykehuset ble beregnet til 311 millioner dollar, mens kontraktene sa 328 millioner dollar. Fortjenesten ble altså anslått å ligge på 17 millioner dollar, men det viste seg at prosjektet ble levert i tide til en kostnad av 309 millioner dollar. Oppdragsgiver hadde valgt en risikofordelt kontrakt, dermed fikk leverandøren økt sin fortjeneste.

Videre presiserer begge to at den rette programvaren kan utgjøre en stor forskjell i kostnader i byggeprosjekter. Arbulu påpeker at bare halvparten av oppgavene i et prosjekt blir utført som planlagt, noe som gjør at ingeniørene blir hindret i å starte arbeidet sitt. Forsinkelser må altså reduseres, og Arbulu la frem de tre viktigste faktorene til denne forsinkelsen:

- Ufullstendig arbeid
- Undervurdering av behov for innsats og arbeidskraft
- Endringer i planer

Arbulu legger i tillegg vekt på at byggenæringen lider av middelmådige estimater, som bufre i form av overestimert kapasitet og tid, uten å reflektere over kostnadene dette vil påføre. Det vil være essensielt å planlegge ned til detaljnivå for å kunne minimalisere variasjonene.

Uttalelser fra Fischer og Arbulu bekrefter teorien om at kostnader er godt korrelert med en god prosjektledelse og fullstendig planlegging. Studiene viser at god prosjektledelse med detaljert planlegging kan føre til store besparelser. Tidsplanen må følges, og forsinkelser vil gi store utslag i kostnader.

En perfekt modell for gjennomføring av et prosjekt vil aldri oppstå, da prosjekter kommer i alle størrelser med forskjellig kompleksitet, omfang og krav til funksjoner, men videre studier og forskning kan hjelpe fremtidige prosjekter med å redusere eventuelle overskridelser eller besparelser. Nye brukerverktøy og metoder, som for eksempel VDC-modellene, kan komme til godt nytte.

Erfaring og rapportering i databaser vil hjelpe prosjekter med planlegging og gjennomføring. Nærmere studier av både vellykkede og mislykkede prosjekter kan føre til nye metoder og modeller for gjennomføring av prosjekter.

Større byggeprosjekter lider av en overlapping av prosjektering og bygging, selv den dag i dag. En forskning på hvordan dette kan forbedres vil på lang vei kunne hjelpe fremtidige prosjekter.

LITTERATURLISTE

1. **Acher, J.** (2007), *Talisman to reopen Norway's Yme field*, Reuters
Besøkt 15.04.13
<http://www.reuters.com/article/2007/01/09/talisman-norway-idUSL0991931220070109>
2. **Asche, F.** (2011), *Project Management 1*, Forelesning I Prosjektledelse 1, UiS, høst 2011
Besøkt 16.04.13
<https://www.itslearning.com/main.aspx?CourseID=13942>
3. **Aven T.** (2008), *Risk Analysis; Assessing Uncertainties Beyond Expected Values and Probabilities*, John Wiley & Sons, West Sussex
4. **Clark F. D. & Lorenzoni A.B.** (1997), *Applied Cost Engineering, 3rd edition*, Marcel Dekker
5. **Dimitri, N., Piga, G. and Spagnolo, G.** (2006), *Handbook of Procurement*, Cambridge University Press, Cambridge
6. **Eikeland, P., Holm, F. H., Lilleholt, K.** (1990), *Norges Banks nye hovedsete*, AS O. Fredr. Arnesen Bok- og Akeidenstrykkeri
7. **FOA** (2006) *Forskrift om Offentlige Anskaffelser*, FOR-2006-04-07-402, Lovdata,
Besøkt 25.03.2013
<http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20060407-0402.html>
8. **Groth, L.** (2005), *Lederen, Organisasjonen, og informasjonsteknologien*, Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS
9. **Hetland, P. W.** (2003), *Praktisk Prosjektledelse. Bind 1*, Teoretisk Grunnlag, Norsk forening for prosjektledelse
10. **Husby, O., Kilde, S. K., et. al.** (1999), *Usikkerhet som gevinst, 1. Utgave*, Vestfjorden AS
11. **LOA** (2006), *Lov om Offentlige Anskaffelser*, LOV 1999-07-16-69, Norges Lover, Studentutgave, 1687-2005
12. **Morris, P. W. G., Pinto, J. K.** (2004a), *The Wiley Guide to Managing Projects*, John Wiley & Sons
13. **Morris, P. W. G., Pinto, J. K.** (2004b), *The Wiley Guide to Managing Projects*, John Wiley & Sons

14. **Osmundsen, P.** (2012), *Oil Service Contract Incentives*, Forelesning i Kontraktinngåelse, UiS høst 2012
Besøkt 15.04.13
<https://www.itlearning.com/main.aspx?CourseID=15326>
15. **Pennypacker, J. S. & Dye, L. S.** (2002), *Managing Multiple Projects; Planning, Scheduling and Allocating Resources for Competitive Advantage*, Marcel Dekker
16. **PMI** (2008), *A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 4th edition*, Project Management Institute
17. **Ree, M., Helgesen, O. K.** (2011), *Skandaleplattformen*, Teknisk Ukeblad
Besøkt: 15.04.13
<http://www.tu.no/olje-gass/2011/05/26/skandaleplattformen>
18. **Ree, M., Helgesen, O. K.** (2011), Alvorlige kostnadsoverskridelser på Yme, Teknisk Ukeblad
Besøkt: 15.04.13
<http://www.tu.no/olje-gass/2011/06/09/-alvorlige-kostnadsoverskridelser-pa-yme>
19. **Rolstadås, A.** (2006), *Praktisk prosjektstyring, 4. Utgave*, Tapir forlag
20. **Seehusen, J.** (2013), *Virtual Design and Construction*, Teknisk Ukeblad
Besøkt 05.03.13
<http://www.tu.no/bygg/2013/02/08/tror-byggeprisen-kan-halveres>
21. **Starve, A. og Thormodsæter, J.** (2007), *Hjelp, jeg er blitt prosjektleder! 2. Utgave*, Prosjektforum AS
22. **Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L. and Keying, Y.** (2007), *Probability & Statistics for Scientists & Engineers, 8th edition*, Pearson Prentice Hall
23. **Westney, R. E.** (1997), *Engineers Cost Handbook: Tools for Managing Project Costs*, Marcel Dekker, e-bok
24. **Whittaker, R.** (1995), *Project Management in the Process Industries*, John Wiley & Sons, West Sussex.
25. **Winsnes, E., Aakvik, J. A.** (2013), *Yme-skandalen er tiårets største sprekk*, e24
Besøkt 15.04.13
<http://e24.no/olje-og-raavarer/yme-skandalen-er-tiaarets-stoerste-sprekk/20345070>
26. **Wysocki, R. K., Beck, R., Crane, D. B.** (1995), *Effective Project Management: How to plan, manage and deliver projects on time and within budget*, Wiley Publishing, Inc
27. **Wysocki, R. K.** (2009), *Effective Project Management; Traditional, Agile, Extreme*, Wiley Publishing, Inc

TABELL- OG FIGURLISTE

Figur 1 Tolkingsusikkerhet	11
Figur 2 Sammenheng mellom usikkerhet og påvirkende elementer i et prosjekt	12
Figur 3 Påvirkninger på prosjektstrategi (Hetland, 2003)	13
Figur 4 Prosjektutvikling i 3 dimensjoner (Husby et al., 1999)	13
Figur 5 Prosess for styring av usikkerhet (Torp og Kilde, 1996)	14
Figur 6 S-kurve og størrelse på contingency (Morris & Pinto, 2004)	15
Figur 7 Prosess for håndtering av usikkerhet	16
Figur 8 Prosjektfaser	19
Figur 9 Sammenhengen mellom PV, EV, AC og BAC	20
Figur 10 Symmetrisk sannsynlighetsfordeling, normalfordeling (Rolstadås, 2006)	24
Figur 11 Asymmetrisk sannsynlighetsfordeling, beta-fordeling (Rolstadås, 2006)	25
Figur 12 Praksis av analytisk estimeringsprosess (Hetland, 2003)	26
Figur 13 Prosjektsyklus (Rolstadås, 2006)	27
Figur 14 Timeestimat som følge av prosjektledelse (PMBOK, 2008)	28
Figur 16 Påvirkning av endringer (Morris & Pinto, 2004b)	29
Figur 17 Alternative kontraktstrategier (Omundsen, 1999)	33
Figur 18 Sammenheng mellom fastpris og regnings arbeid mot risikofordeling)	37
Figur 19 Kostnadsutvikling i bygging av Norges Bank i Oslo	47
Tabell 1 Ledelsesområder vs. prosessgrupper	5
Tabell 2 Tiltaksplan	18
Tabell 3 Seks steg for kostnadskontroll. Morris & Pinto (2004)	21
Tabell 4 Sammenligning av syntetisk og detaljert budsjettestimater	23
Tabell 5 Kostnadsendring i utvalgte entreprenører	49