



# Sjøkrigsskolen

## Bacheloroppgave

### Treffsikkerhet i Forsvaret

- Hvordan treffer Forsvaret på sine kostnadsestimater i investeringsprosjekter?

av

Slette, Pia Martine

Simonsen, Karen Sofie

Lvert som en del av kravet til graden:

BACHELOR I MILITÆRE STUDIER MED FORDYPNING I LOGISTIKK

Innlevert: Mai 2017

**Godkjent for offentlig publisering**

## Publiseringsavtale

### En avtale om elektronisk publisering av bachelor/prosjektoppgave

Kadettene har opphavsrett til oppgaven, inkludert rettighetene til å publisere den.

Alle oppgaver som oppfyller kravene til publisering vil bli registrert og publisert i Bibsys Brage når kadettene har godkjent publisering.

Oppgaver som er graderte eller begrenset av en inngått avtale vil ikke bli publisert.

Vi gir herved Sjøkrigsskolen rett til å gjøre denne oppgaven tilgjengelig elektronisk, gratis og uten kostnader	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nei
Finnes det en avtale om forsinket eller kun intern publisering? (Utfyllende opplysninger må fylles ut)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hvis ja: kan oppgaven publiseres elektronisk når embargoperioden utløper?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Plagiaterklæring

Vi erklærer herved at oppgaven er mitt eget arbeid og med bruk av riktig kildehenvisning. Vi har ikke nyttet annen hjelp enn det som er beskrevet i oppgaven.

Vi er klar over at brudd på dette vil føre til avvisning av oppgaven.

**Dato: 02 – 05- 2017**

**Pia Martine Slette**

\_\_\_\_\_  
Kadett navn

\_\_\_\_\_  
Kadett, signatur

**Karen Sofie Simonsen**

\_\_\_\_\_  
Kadett navn

\_\_\_\_\_  
Kadett, signatur

## Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet av Karen Sofie Simonsen og Pia Martine Slette. Den er avsluttende for studiet *Bachelor i militær ledelse med fordypning i Logistikk og ressursstyring*. Arbeidet med oppgaven startet i februar 2017.

Vi ønsker å takke alle våre informanter i Forsvarsmateriell for å ha tatt seg tid til å gi oss innsikt i deres fagområde og for god hjelp og støtte underveis.

Vi ønsker også å takke Knut Meen og veileder ved Sjøkrigsskolen, orlogskaptein Christer Pedersen, for deres gode veiledning.

Gjennom samfunnsvitenskapelig metode har vi lært mye om den aktuelle tematikken oppgaven omhandler. Det har vært et spennende og lærerikt arbeid.

Bergen, Sjøkrigsskolen, 02-05-2017

---

---

## Oppgaveformulering

Vår problemstilling er som følger:

*Hvor godt treffer Forsvaret på sine kostnadsestimater i investeringsprosjekter?*

Vi skal besvare denne problemstillingen ut ifra en analyse av kostnadene til et utvalg prosjekter. Vi skal bruke utvalget til å se på estimert kostnad (P(50)) opp imot faktisk forbrukte kostnader.

## Sammendrag

I Forsvaret investeres det for omtrent 12,1 milliarder kroner hvert år. I en tid med stort fokus på effektivisering og økonomisering rettes også fokuset mot investeringsprosjekter og de prosessene som hører til. Denne oppgaven er initiert av investeringsavdelingen i Forsvarsmateriell (FMA/Inv), og dreier seg om treffsikkerheten til kostnads- og usikkerhetsanalysen i prosjekter. FMA ønsker at disse analysene gjøres grundig og at de gir Forsvaret forutsigbarhet i forhold til hva den endelige kostnaden blir. Problemstillingen for oppgaven er:

*Hvor godt treffer Forsvaret på sine kostnadsestimater i investeringsprosjekter?*

Vi har besvart oppgaven ved å se på estimert kostnad for etatens styringsmål opp imot faktisk kostnad. Styringsmålet er beregnet slik at det er 50% sannsynlig at et prosjekt vil treffe målet eller underforbruke, og kalles P(50). Vi har gjort en utvalgsundersøkelse med 110 prosjekter. Datagrunnlaget vi har benyttet er Forsvarets Investeringsdatabase (FID) og prosjektenes termineringsrapporter.

Resultatet av analysen viser at vi ikke treffer som forventet ut ifra teorien. Det var hele 80% som underforbrukte i forhold til etatens styringsmål, og gjennomsnittlig avvik ble 11,17% i underforbruk. Utvalget hadde en venstreskjev kurve, med hovedtyngde nært opptil styringsmålet.

Gjennom to korrelasjonsanalyser fant vi også at det ikke var sammenheng mellom prosjektenes størrelser (i kroner) og avviket fra styringsmålet. Samme resultat fikk vi når vi sjekket om det var sammenheng mellom oppstartstidspunktet for prosjektet og avviket fra styringsmålet.

Konklusjonen på problemstillingen er at Forsvaret ikke treffer godt på sine kostnadsestimater i investeringsprosjekter. Veldig kort oppsummert er dette på bakgrunn av at 80% av prosjektene hadde et underforbruk i forhold til estimatet for etatens styringsmål.

Dersom våre resultater viser et korrekt bilde av virkeligheten tyder dette på at Forsvaret enten er dårlige på kostnads-og usikkerhetsanalyser *eller* kostnads- og usikkerhetsstyring. Dette kan medføre et eller flere av følgende forhold:

1. Redusert ytelse
2. Sløsing med midler
3. Prosjekter som burde blitt gjennomført, blir ikke gjennomført fordi det ikke er tilgjengelige midler.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>FIGURER</b> .....	<b>9</b>
<b>TABELLER</b> .....	<b>10</b>
<b>BEGREPSFORKLARING</b> .....	<b>11</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>12</b>
1.1 BAKGRUNN .....	12
1.2 MÅL .....	13
1.3 AVGRENSNINGER OG FORUTSETNINGER.....	13
<b>2 METODE</b> .....	<b>14</b>
2.1 INFORMANTER.....	14
2.2 SEKUNDÆRDATA .....	14
2.3 UNDERSØKELSEN .....	16
2.3.1 Ekstensivt undersøkelsesdesign - Kvantitativ metode .....	16
2.3.2 Populasjonen .....	16
2.3.3 Utvalget.....	18
<b>3 TEORI OG STYRINGSVERKTØY</b> .....	<b>19</b>
3.1 PRINSIX SOM VERKTØY .....	19
<i>Kilde: <a href="https://forsvaret.no/prinsix/prinsix-på-1-2-3">https://forsvaret.no/prinsix/prinsix-på-1-2-3</a></i> .....	20
3.1.1 Prosjektstyring og usikkerhet .....	21
3.1.2 Usikkerhetsanalyse.....	22
3.1.3 Økonomiske rammebetingelser.....	23
3.2 SANNSYNLIGHETSTEORI .....	26
3.2.1 Kumulativ sannsynlighetsfordeling .....	26
3.2.2 Normalfordeling .....	26
3.2.3 Korrelasjon .....	27
<b>4 ANALYSE</b> .....	<b>28</b>
4.1 TALLGRUNNLAG .....	28
4.2 ER P(50) ET 50/50-ESTIMAT? .....	29
4.3 SMÅ MARGINER.....	38
4.4 ØKONOMISTYRING .....	39
4.5 TRENDER .....	40
4.5.1 Har store eller små prosjekter størst %-vis avvik?.....	40
4.5.2 Utviklingen over år? .....	42
4.6 FORVENTET AVVIK .....	43
<b>5 KONKLUSJON</b> .....	<b>44</b>
<b>6 ANBEFALING OG VIDERE UNDERSØKELSER</b> .....	<b>45</b>
<b>7 REFERANSER</b> .....	<b>46</b>
7.1 LITTERATUR.....	46
7.2 INTERNETT .....	46
7.3 REGJERINGS- OG STORTINGSdokumenter .....	48
<b>9 VEDLEGG</b> .....	<b>49</b>
VEDLEGG A - TALLGRUNNLAG FOR UTREGNINGER .....	49
VEDLEGG B - VERKTØY FOR NÅVERDI .....	54

VEDLEGG C - FORMLER FOR KORRELASJON .....	55
VEDLEGG D - ÅRSAKER TIL STORE AVVIK .....	56
VEDLEGG E - UTDRAK FRA FID .....	57
VEDLEGG F – TERMINERINGSRAPPORTER.....	57



## Figurer

Figur 1: Oversiktsbilde PRINSIX. ....	20
Figur 2: Prosjekttrekanten .....	21
Figur 3: Trinnene i usikkerhetsprosessen i PRINSIX .....	22
Figur 4: Usikkerhet i prosjektets faser. ....	23
Figur 5: Kostnadsramme for prosjekt. ....	25
Figur 6: Normalfordelingskurve også kalt Gausskurve.....	27
Figur 7: Histogram; antall prosjekter fordelt på %-vis avvik, intervaller på 5%. ....	35
Figur 8: linjediagram; antall prosjekter fordelt på %-vis avvik. ....	36
Figur 9: S-kurve for utvalg 110 prosjekter .....	37
Figur 10: Korrelasjon P(50) vs. %-vis avvik.....	41
Figur 11: Korrelasjon "Forventet start" vs. %-vis avvik.....	43

## Tabeller

Tabell 1: Eksempel på utregning av avvik.....	30
Tabell 2: Gruppert %-vis avvik med intervall på 5%.....	31
Tabell 3: Årsak for %-avvik –85% til –100%.....	32
Tabell 4: Årsak for %-vis avvik –85% til – 50%. ....	33
Tabell 5: Gruppert %-vis avvik med 5%-intervall.....	34
Tabell 6: Oversikt under- og overforbruk 110 prosjekter .....	36
Tabell 7: Oversikt under- og overforbruk, prosjekter mellom –5% og +5% avvik.....	38

## Begrepsforklaring

FD	Forsvarsdepartementet
FID	Forsvarets investeringsdatabase
FMA	Forsvarsmateriell (etat i Forsvarssektoren)
FMA/Inv	Forsvarsmateriell, Investeringsavdelingen
KUA	Kostnad- og usikkerhetsanalyse
PA	Prosjektansvarlig
PE	Prosjekteier
PL	Prosjektleder
P(50)	Styringsmål for utførende etat
P(85)	Kostnadsramme

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

I statsbudsjettet 2017 har regjeringen satt av om lag 12,1 milliarder kroner til materiellinvesteringer i Forsvaret. Det utgjør nærmere 24% av det totale forsvarsbudsjettet (Finansdepartementet, 2017). Forsvarets langtidsplan har et stort fokus på økonomisering, og et av områdene som skal effektiviseres og hvor gevinster skal realiseres er investeringsområdet (Stortingsprop. 2016, 111). Et av grepene som er gjort er etableringen av Forsvarsmateriell (FMA) i 2016 som er en egen etat i forsvarssektoren. FMA skal støtte Forsvarsdepartementet (FD) og Forsvaret i planleggingen av fremtidige nyanskaffelse av våpensystemer og materiell (Regjeringen, 2016). Hensikten med en egen materielletat er blant annet å oppnå kvalitetsforbedring og effektivisering av materiellinvesteringer, herunder selve investeringsprosessen (Stortingsprop. 2016, 87).

Investeringsprosjekter er ofte omfattende og svært komplekse. Alle innehar et element av usikkerhet i større eller mindre grad. Usikkerheten knytter seg både til selve ytelsen, tidsforbruk og kostnader. Generelt er usikkerheten størst i starten av et prosjekt, og avtar etter hvert som man nærmer seg punktet for anskaffelse. For militært materiell spesielt er den teknologiske utviklingen svært rask, noe som bidrar til at kostnadene ved å utvikle og fremskaffe forsvarsmateriell øker mer enn den generelle prisveksten i samfunnet. Dette er med på å redusere forutsigbarheten og vanskeliggjør prognoser (Stortingsprop. 2016, 40). Allikevel er det nødvendig med usikkerhetsestimater så tidlig som mulig. Det vil si at man må identifisere og tallfeste den usikkerheten som ligger i prosjektet.

For å sikre best mulig håndtering av usikkerhet skal alle prosjekter i Forsvaret følge prosedyrene for kostnads- og usikkerhetsanalyser som er innført gjennom styringsverktøyet - PRINSIX. Analysene legger grunnlag for kostnadsestimatene som igjen utgjør grunnlaget for de økonomiske rammebetingelsene for prosjektet. I denne oppgaven skal vi fokusere på styringsrammen til utførende etat. Denne

styringsrammen (P(50)) er beregnet slik at det skal være 50% sannsynlighet for at kostnaden for prosjektet vil være lik eller lavere denne rammen, og 50% sannsynlighet for at kostnaden for prosjektet overstiges. For investeringsprosjekter i Forsvaret er FMA utførende etat. Investeringsavdelingen i FMA (FMA/Inv) ønsket at vi skulle se nærmere på hvordan prosjektene *egentlig* treffer i forhold til styringsrammen.

Problemstillingen vi skal forsøke å besvare i denne oppgaven er:

*Hvor godt treffer Forsvaret på sine kostnadsestimater i investeringsprosjekter?*

Vi skal besvare denne problemstillingen ut ifra en analyse av kostnadene til et utvalg prosjekter. Vi skal bruke utvalget til å se på estimert kostnad (P(50)) opp imot faktisk forbrukte kostnader.

## 1.2 Mål

Målet for denne oppgaven er å måle treffsikkerhet for kostnadsestimering. I tillegg er ambisjonen for undersøkelsen at den skal være representativ for alle investeringsprosjekter i Forsvaret.

## 1.3 Avgrensninger og forutsetninger

Vi har ikke som målsetning å kunne si noe om virkning- og årsaksforhold til avvikene i denne oppgaven.

Oppgaven avgrenser seg mot prosjekter som ikke har en usikkerhetsavsetning, se figur 5. Disse omtales ofte som "rammestyrt" eller "design to cost". I slike prosjekter er etatens styringsramme (P(50)) også prosjektets øvre finansielle tak. De forholder seg dermed kun til en kostnadsramme og anskaffer ytelsen til "taket er nådd". Denne type prosjekter anser vi som uinteressante ettersom P(50) ikke benyttes slik det er ment, altså som et 50/50-estimat.

Oppgaven svarer ikke på hvordan prosjektene treffer på øvrige prosjektøkonomiske rammer, for eksempel P(85), se figur 5.

Med investeringsprosjekter i denne oppgaven menes alle prosjekter som følger PRINSIX sin modell for prosjektstyring og som registreres i FID.

## 2 Metode

Vi vil starte med å redegjøre for oppgavens datagrunnlag. Deretter vil vi beskrive hvilket forskningsdesign og metode som er anvendt, samt hvordan det har påvirket oppgavens validitet og reliabilitet.

### 2.1 Informanter

Denne oppgaven er som nevnt initiert av FMA/Inv. Vi har vært i forbindelse med flere personer tilknyttet avdelingen. I oppstartsfasen bidro de til forståelse om emnet og oppgavens utforming. De har også fremskaffet data, og forklart oss hvordan databasene fungerer.

Informantene er:

- Kommandørkaptein Petter Eik-Andresen
- Orlogskaptein Carl-Fredrik Røøk
- Major Noralv Holm

### 2.2 Sekundærdata

Oppgaven baserer seg på sekundærdata. Det vil si data som allerede eksisterer og er lagret (Jacobsen 2005, 137). Dataen vi har benyttet fremkommer av dokumenter som vi har valgt å dele inn i to grupper:

## 1. Forsvarets Investerings Database (FID) - Vedlegg E

FID er en database hvor all data om prosjekter blir lagret. Databasen er felles for hele Forsvaret, og inneholder dermed prosjekter fra alle forsvarsgrener og fellesavdelinger. I FID finnes det mange ulike programmer. Dataen som er benyttet i denne oppgaven er hentet fra Artemis 7 (A7). A7 er et porteføljestyringsverktøy for investeringsdata. Her lagres grunndata, rammer, tildelinger og historikk (Forsvaret A, 2016). Ettersom vi ikke har tilgang til FID ble vi tilsendt en rapport fra A7 med relevante data for oppgaven, se vedlegg E. Rapporten er fremskaffet og tilsendt av FMA/Inv.

Tallene i FID benyttes av både Forsvaret og FD. Videre er det kun prosjektledere og FD som har registreringstilgang, kompetent personell med nær kjennskap til prosjektene. Både formålet ved å ha en slik database, og hensynet til hvem som samler inn tallene, er med på å gi databasen god kvalitet og høy pålitelighet. Påliteligheten styrkes av at FID skal oppdateres kontinuerlig og minst en gang i måneden (Forsvaret A, 2016). Det er allikevel viktig å være klar over at tallene som hentes fra prosjektene og føres i FID kan bli feilført. Det kan skyldes tekniske feil, men antagelig er menneskelig svikt den største risikoen. Risikoen for feil svekker datagrunnlagets reliabilitet.

## 2. Prosjektdokumenter – Vedlegg F

Vi har benyttet termineringsrapportene til prosjektene. Termineringsrapporten er et dokument som skrives når prosjektet skal avsluttes. De skal følge PRINSIX sin mal som angir hva som skal være med. Hovedinnholdet i rapporten skal fokusere på prosjektets leveranser og økonomi. Det er normalt prosjektleder (PL) som har ansvaret for termineringsrapporten, og vedkommende skal skrive denne fortløpende. Termineringsrapporten er skrevet for prosjekteier (PE). Rapporten er altså skrevet av en person med kompetanse og nærhet til prosjektet, og som et formelt, delvis offentlig, dokument. Dette styrker dokumentets pålitelighet. Samtidig kan det også her forekomme feilføringer. Spesielt høy er muligheten for at innholdet i termineringsrapporten blir feil hvis PL ikke skriver den fortløpende. Hvor mye arbeid PL har nedlagt, og når dette er gjort vil ikke fremgå av rapporten. Dette svekker termineringsrapportenes reliabilitet.

Som nevnt er termineringsrapportene delvis offentlige. Rapportene har vi hentet fra Doculive, Forsvarets arkiveringsdatabase. Graderingen på dokumentene varierer og kan medføre at vi ikke får tilgang til enkelte rapporter.

## 2.3 Undersøkelsen

Vi har valgt en deduktiv fremgangsmåte for datainnsamling. Denne strategien innebærer at man tar utgangspunkt i en teori for deretter å sjekke om dette stemmer med virkeligheten (Jacobsen 2005, 28). Vi mener denne fremgangsmåten passer godt for undersøkelsen ettersom det eksisterer faste metoder for kostnadsestimering og kostnadsstyring for prosjekter i Forsvaret. Denne teorien, som det redegjøres for i del 3, sier hvordan prosjektene er ment å treffe i forhold til estimert kostnad. Vi skal i denne oppgaven se hvorvidt dette stemmer med virkeligheten.

### 2.3.1 Ekstensivt undersøkelsesdesign - Kvantitativ metode

Problemstillingen kan i utgangspunktet besvares med ulike metoder og design. I FID fremkommer et prosjekts mange uavhengige variabler. Etter forespørsel fra FMA/Inv vil vi i denne oppgaven måle treffsikkerheten ut ifra to av variablene, for deretter å analysere resultatene gjennom statistiske metoder. Variablene er estimert kostnad P(50) og faktisk kostnad. Vi har altså to konkrete variabler, men mange enheter (prosjekter) som skal undersøkes. På bakgrunn av dette har vi valgt en kvantitativ undersøkelsesmetode med et ekstensivt undersøkelsesdesign.

### 2.3.2 Populasjonen

Populasjonen (og dermed utvalget) er hentet fra FID. Databasen ble innført i år 2000, noe som medfører at populasjonen begrenser seg til å være prosjekter som enten pågikk eller ble terminert dette året.

Variablene legger grunnlaget for populasjonen. For å sortere ut prosjektene i populasjonen måtte vi benytte to kriterier. Det første er at de er *terminert etter anskaffelse*. Dette er en forutsetning for at det finnes en faktisk kostnad. Det andre



er at prosjektene har *en usikkerhetsavsetning (UA)*. Dette kriteriet er viktig for at P(50)-estimatet i realiteten er et 50/50-estimat. Dette vil fremgå av teorien i del 3, se eventuelt også figur 5.

Populasjonen er definert ved å legge inn kriteriene i FID, men dette medførte noen utfordringer. En utdypning:

1. Kriteria nr 1: Terminerte *etter* anskaffelse.

Terminering betyr at de formelt er avsluttet. Dette er en forutsetning for å kunne fremskaffe de faktiske kostnadene som er påløpt i prosjektet. På den andre siden kan prosjekter være terminert før det i det hele tatt har påløpt noen kostnader. Når vi sorterer etter terminerte prosjekter i FID vil vi få med de prosjektene som ikke har levert ytelse, dette er de som har tilnærmet 0,- i påløpte kostnader. I denne oppgaven skal svare på hvor godt Forsvaret treffer på estimatene, disse er da ikke interessante ettersom de ikke gjør bruk av estimatet. Videre vil disse prosjektene ha så store avvik at det kan føre til skjevhet i analysen, og er således en trussel mot oppgavens validitet (Jacobsen 2005, 353).

2. Kriteria nr 2: Har usikkerhetsavsetning

Det er mulig å sortere etter dette kriteriet i FID, men det viste seg at det var flere prosjekter som hadde mangelfull registrering. FMA/Inv bekreftet at det var flere prosjekter som var ført med 0,- i UA som egentlig hadde UA.

Totalt utgjorde alle terminerte prosjekter **613** stykk. Medberegnet i dette tallet er eventuelle prosjekter som er terminert *før* anskaffelse. I tillegg til dette kjenner vi ikke antallet på hvor mange prosjekter som i realiteten har en UA. Vi har derfor ikke et eksakt antall prosjekter i populasjonen, maksimalt 613 og tallet er høyst sannsynlig lavere. Med hensyn til oppgavens omfang hadde vi ikke anledning til å undersøke hvilke prosjekter som ikke skulle vært en del av populasjonen. Dette svekker undersøkelsens pålitelighet.

### 2.3.3 Utvalget

Med hensyn til oppgavens omfang har vi måttet gjøre et utvalg av prosjekter fra populasjonen på 613, såkalt utvalgsundersøkelse. Hensikten med et utvalg er at man skal kunne generalisere funnene til å gjelde hele populasjonen. For at vi skal ha et representativt utvalg er det viktig at utvalget består av prosjekter fra alle forsvarsgrener og fellesavdelinger. For at funnene skal kunne la seg generalisere må utvalget plukkes ut tilfeldig, samt være av en viss størrelsesorden (Jacobsen 2005, 284).

Utvalget ble hentet ut fra populasjonen i FID etter objektive kriterier. Etter veiledning fra FMA/Inv ble dette gjort gjennom å velge ut de prosjektene som hadde registrert usikkerhetsavsetning (UA) i FID. Totalt var dette 129 prosjekter. På denne måten er vi sikre på at prosjektene i utvalget har en styringsramme for etaten som er et 50/50 estimat for prosjektet. Dette styrker undersøkelsens validitet. Da vi ikke hadde tilgang til 6 av de 129 prosjektene ble det reelle utvalget som er benyttet i undersøkelsen **123** prosjekter.

Ettersom utvalget er gjort etter kriterier, og ikke rent tilfeldig innebærer det at vi ikke automatisk kan generalisere til populasjonen. Vi kan ikke vite hvorfor enkelte prosjekter var registrert med UA, mens andre ikke var det. Hvis dette for eksempel er knyttet til prosjektets omfang, innebærer det at utvalget ikke er representativt. Det er også mulig at det er tilfeldig hvorvidt prosjektene er registrert med UA eller ikke. På den andre siden styrker det utvalgets representativitet at det består av over 100 enheter (Jacobsen 2005, 291).

Utvalgetskriteriene medførte en tilfeldig fordeling i forhold til tilhørighet. Prosjektene i utvalget fordelte seg slik: 28 fra Hæren, 26 fra Cyberforsvaret, 25 fra Sjøforsvaret, 18 fra Luftforsvaret, 15 fra Forsvarets Logistikkorganisasjon og 11 fra andre fellesavdelinger. Vi anser dette som en god fordeling, uten stor overvekt av representasjon fra enkelte grener. Dette styrker utvalgets representativitet.

## 3 Teori og styringsverktøy

I denne delen vil vi presentere PRINSIX (**P**rosjektbasert **I**nformasjons**S**ystem med **E**DB-del basert på **U**nix-plattform) med hovedfokus på usikkerhetsanalyser og usikkerhetsstyring, samt redegjøre for relevant teori. PRINSIX er ikke å anse som teori, men ettersom det spiller en viktig rolle for oppgavens kontekst mener vi det bør presenteres her.

Vi vil begynne overordnet, for deretter å gå i dybden på teorien bak kostnadsestimering, herunder et spesielt fokus på styringsrammen for etaten, P(50). Til slutt redegjør vi for relevant sannsynlighets- og statistikkteori som er benyttet i oppgavens analyse.

### 3.1 PRINSIX som verktøy

PRINSIX er bygget på PMI, The Project Management Institute, Inc, som er en sammenfatning av kunnskap innenfor prosjektstyringsfaget og er en samling av tradisjonell praksis som er utbredt innenfor prosjektstyring, samt publiserte og upubliserte artikler.

PMI definerer prosjekter slik:

*"A project is a temporary endeavor undertaken to create a unique product, service, or result"* (PMI 2004, 5).

Prosjekter kjennetegnes ved at de er tidsavgrenset og at det dreier seg om en unik oppgave som er knyttet til endring eller nyutvikling. Prosjekter er også kostnadsavgrenset, og styres etter klare mål. I denne oppgaven dreier det seg om investeringsprosjekter.

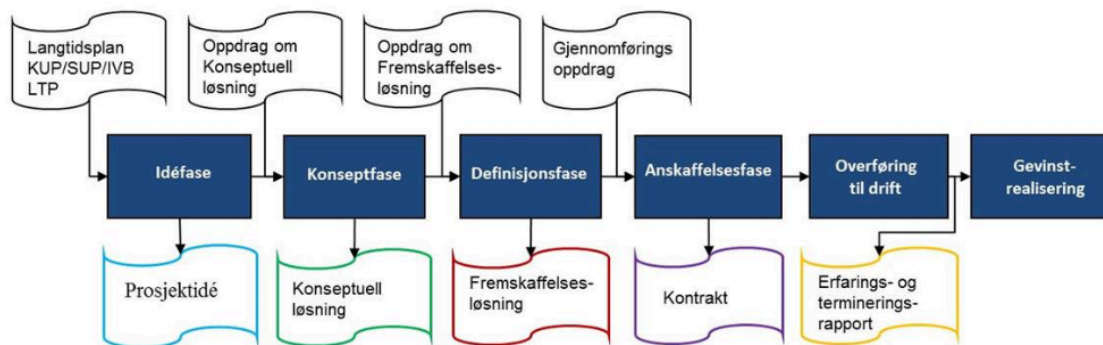
PRINSIX er Forsvarets rammeverk for styring av prosjekter. Det er et detaljert rammeverk som standardiserer prosessene for investeringsprosjekt i Forsvarssektoren. Rammeverket beskriver hvilke roller de ulike interessentene har i de ulike fasene av prosessen, krav til dokumentasjon, samt hvilke beslutninger som

må tas på de ulike stegene i prosessen. PRINSIX skal sikre en enhetlig og helhetlig gjennomføring av investeringsprosjektene på tvers av sektoren (Forsvaret A, 2017).

PRINSIX har i sin prosjektmodell delt prosjektperioden inn i fem faser som til sammen utgjør hele gjennomføringsprosessen for prosjektet:

- Idéfase
- Konseptfase
- Definisjonsfase
- Anskaffelsesfase
- Overføring til drift

Vi vil ikke gå nærmere inn på den enkelte fase, da dette er overordnet og ikke nødvendig for å svare på problemstillingen. Figur 1 viser fasene, med input i de øvre boksene, og output i de nedre. Output er det som prosjektgruppen skal produsere etter gitte PRINSIX-maler.

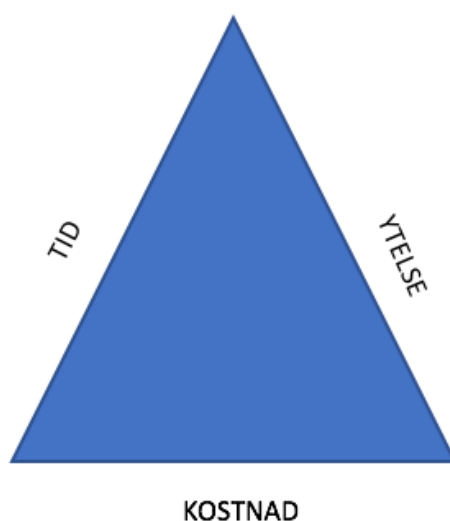


Figur 1: Oversiktsbilde PRINSIX.

Kilde: <https://forsvaret.no/prinsix/prinsix-på-1-2-3>

### 3.1.1 Prosjektstyring og usikkerhet

Prosjekter styres etter samfunns-, effekt- og resultatmål. I denne oppgaven skal vi fokusere på resultatmålene som er de målene prosjektorganisasjonen skal styre mot, og som skal være oppnådd ved realiseringen av prosjektet. Resultatmålene inneholder styringsmål for tid, kvalitet/ytelse og kostnad, og skal være angitt med konkrete måltall (Forsvaret B, 2016).



**Figur 2: Prosjekttrekanten**

Prosjekttrekanten illustrerer at styringsparameterne henger tett sammen og påvirker hverandre i stor grad. Er for eksempel kravet til ytelse høyt må man belage seg på høye kostnader, og antagelig lengre tid. Et annet tilfelle er prosjekter som krever forskning og utvikling. Det vil kunne øke prosjektiden som igjen vil påvirke kostnaden.

Styringsparameterne inneholder alle et element av usikkerhet. I PRINSIX er usikkerhet og usikkerhetsstyring et eget kunnskapsområde. Et kunnskapsområde er noe som er grunnleggende viktig gjennom hele gjennomføringsprosessen for prosjektet, altså alle fem fasene (Forsvaret B, 2017).

### 3.1.2 Usikkerhetsanalyse

Usikkerhet defineres som:

Usikkerhet er gitt ved differansen mellom den informasjon som er nødvendig for å ta en sikker beslutning og den tilgjengelige informasjon. Usikkerhet påvirker mål og rammer i prosjekter. Prosjektets totale usikkerhet er summen av alle usikkerhetselementer (Forsvaret 2008, 10)

Usikkerhetsanalyse er en viktig forutsetning for å kunne estimere kostnader. Usikkerhet består både av risiko og muligheter. Med andre ord, prosjektusikkerhet består av både positive og negative konsekvenser for prosjektets tid, ytelse og kostnad. Det er viktig å kunne identifisere usikkerheten slik at det er mulig å iverksette tiltak for å kunne påvirke den for prosjektets beste. Usikkerhetsanalysen består av å identifisere usikkerhet, analysere og fastsette sannsynlighet og konsekvens. Når usikkerheten er identifisert må den evalueres og håndteres (Forsvaret 2008, 10).

*Usikkerhetsstyring* er noe som skjer i alle faser av prosjektet. Det skal være en dynamisk og iterativ prosess. Jo tidligere en usikkerhetsfaktor er identifisert, jo tidligere kan man ta den med i beregningen og gjøre tiltak.

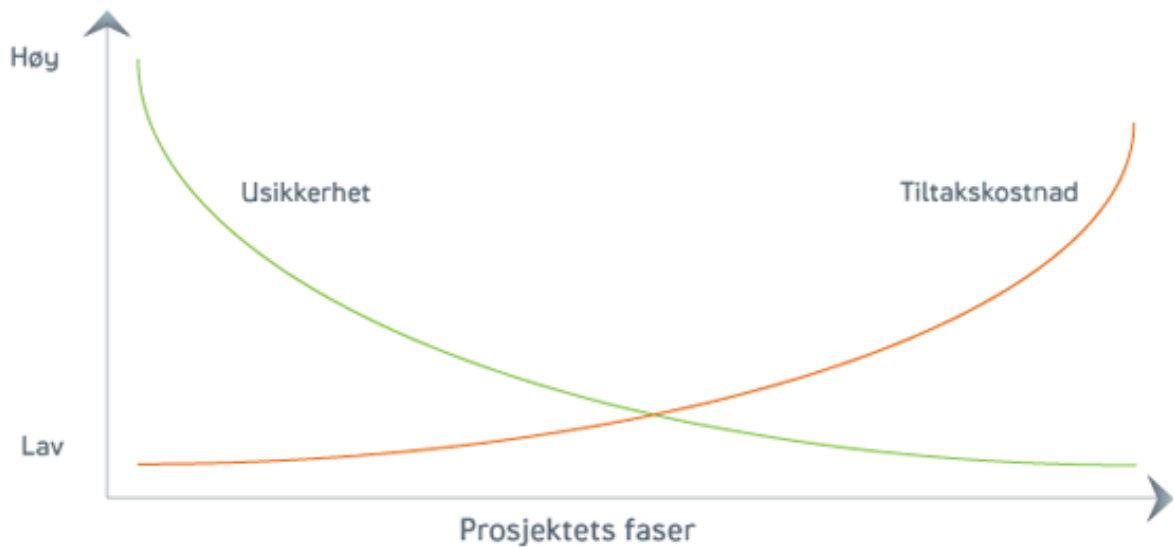


**Figur 3: Trinnene i usikkerhetsprosessen i PRINSIX**

<https://forsvaret.no/prinsix/kunnskapsomrader/Usikkerhetsstyring/usikkerhetsprosess>  
en

Usikkerheten vil være størst i startfasen av et prosjekt og vil reduseres etter hvert som mer informasjon blir kjent. Kostnaden for å iverksette tiltak vil også være lavest jo tidligere tiltakene iverksettes. Etter hvert som prosjektet skrider frem vil tiltakene

ofte generere merarbeid, at arbeid må gjøres om igjen eller at aktiviteter blir forstyrret (Forsvaret 2008, 36). Dette er illustrert i figuren nedenfor.



**Figur 4: Usikkerhet i prosjektets faser.**

(Forsvaret 2008,36)

### 3.1.3 Økonomiske rammebetingelser

En definisjon av kostnadsestimering i prosjekter:

Estimating schedule activity costs involves developing an approximation of the costs of the resources needed to complete each schedule activity. In approximating costs, the estimator considers the possible causes of variation of the cost estimates, including risks (PMI 2002, 161).

Slik det fremgår av definisjonen skal det gjøres estimater for både kostnader og usikkerhet. For prosjekter i Forsvaret skal kostnads- og usikkerhetsanalysen (KUA) følge PRINSIX sin metode. På bakgrunn av denne settes de økonomiske rammene for prosjektet. KUA-malen som skal følges er et vedlegg til fremskaffelsesløsningen (FL) som skal produseres i definisjonsfasen. Vi skal nå presentere denne stegvis.

## Kostnads- og usikkerhetsestimering

Første steg for KUA er å lage en **grunnkalkyle**. Grunnkalkylen er den deterministiske summen av sannsynlig kostnad for alle spesifiserte, konkrete kalkyleelementer (kostnadsposter) på analysetidspunktet. Denne kalkylen kan lages på bakgrunn av informasjon fra leverandører eller ved hjelp av beregninger fra tilsvarende prosjekter som er gjennomført. Gode måltall er fremdeles vanskelig å finne ettersom et hvert prosjekt er unikt (Forsvaret, 2013).

Neste steg blir å ta høyde for usikkerheten knyttet til aktiviteter som ikke er kartlagt. Dette gjøres gjennom kostnadselementet "**uspesifisert**" (tidligere kalt "uspesifisert usikkerhet") som skal ivareta forhold som man erfaringsmessig vet vil oppstå, men som det ikke er grunnlag for å stipulere så tidlig i prosessen. Den uspesifiserte andelen kan eksempelvis være anslått til X% av grunnkalkylen (Forsvaret, 2013).

Grunnkalkylen og uspesifisert danner det som kalles **basiskostnad**. Denne sammensetningen er nødvendig for å gi prosjektet den nødvendige handlefriheten. (Forsvaret, 2013).

Neste kostnadselement er "**forventet tillegg**". Forventet tillegg er kostnadsbidraget som skal kunne utløses dersom de usikkerhetshendelser man selv har definert i KUAen inntreffer. Forutsetningene kan både være muligheter og risiko, og dermed medføre besparelser eller økte kostnader. Forventet tillegg disponeres av utførende etat og ligger ikke under PL sin myndighet (Forsvaret, 2013).

Grunnkalkyle, uspesifisert og forventet tillegg utgjør det som kalles **Forventet kostnad**. Forventet kostnad er styringsramme for utførende etat og kalles P(50). P(50)-navnet kommer av at det er den kumulative sannsynlighetsfordelingen som gir 50% sannsynlighet for at kostnaden for prosjektet vil være lik eller lavere (Forsvaret, 2013).

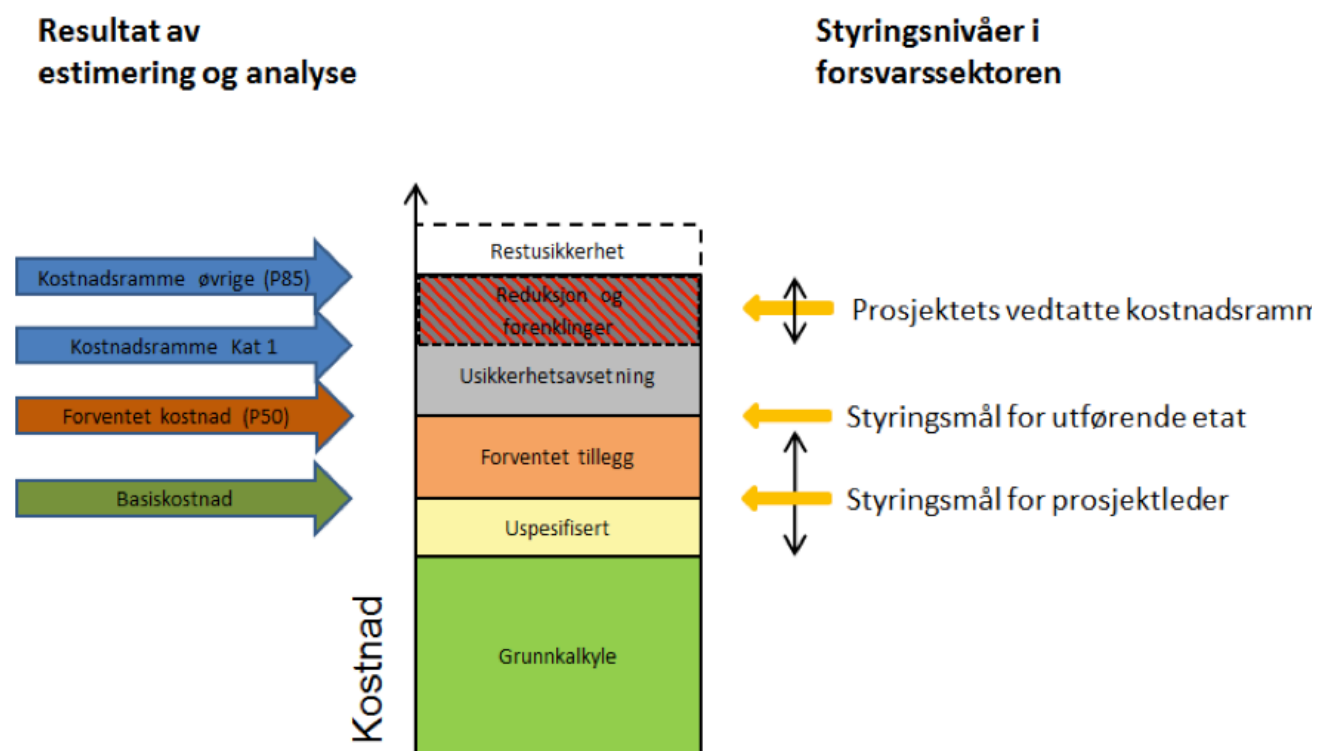
**Usikkerhetsavsetning** (UA) etableres for å oppnå ønsket sikkerhet mot overskridelse av forventet kostnad. Det forventes ikke at denne posten brukes i



prosjektet. UA disponeres av FD på strategisk nivå, og utførende etat må søke om tilgang etter behov i samsvar med forhåndsdefinerte kriterier/retningslinjer (Forsvaret, 2013).

**Kostnadsrammen** utgjør det maksimale beløpet som kan belastes prosjektet. Kostnadsramme (P85) = (P(50) + UA). Dette er et altså et 85/15 estimat som legges til grunn for fastsettelse av prosjektets kostnadsramme. Også dette er en kumulativ sannsynlighetsfordeling som vil si at det er 85% sannsynlighet for at kostnaden vil være lik eller lavere (Forsvaret, 2013).

UA kan også inneholde reduksjon og forenklinger (Forsvaret, 2013), men dette vil vi ikke gå nærmere inn på da det ikke er relevant for oppgaven.



**Figur 5: Kostnadsramme for prosjekt.**

Kilde: illustrasjonen er utarbeidet av FMA og tilsendt på mail.

De vertikale pilene i Figur 5 illustrer at PL sitt styringsmål kan legges mellom grunnkalkyle og P(50).

## 3.2 Sannsynlighetsteori

### 3.2.1 Kumulativ sannsynlighetsfordeling

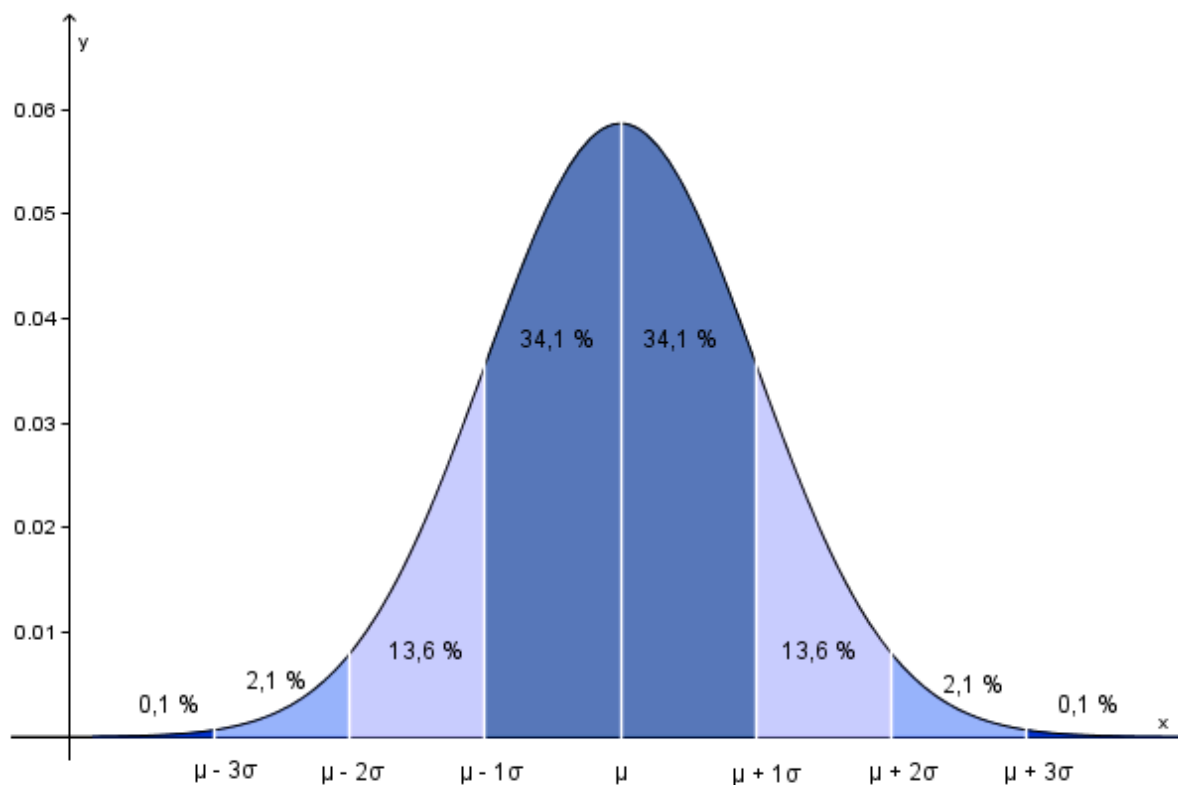
Kumulativ sannsynlighetsfordeling  $F(X)$  viser sannsynligheten for at en stokastisk variabel  $X$  er mindre enn den gitte  $x$ -verdien,  $P(X \leq x) = F(X)$  (Meen 2014, 114).

### 3.2.2 Normalfordeling

Normalfordeling er en teoretisk fordeling for stokastiske variabler hvor verdiene er kontinuerlig fra  $-\infty$  til  $+\infty$ . I en normalfordeling sier teorien at hovedtyngden av sannsynligheten vil ligge rundt forventningsverdien. Dette er best beskrevet ved en Gausskurve, vist i figur 6. Sannsynligheter av typen  $P(a \leq x \leq b)$  er gitt som areal under Gausskurven mellom verdiene  $x=a$  og  $x=b$  (Meen 2014, 112).

I tilfeller hvor man samler inn en stor mengde observasjoner vil det ofte vise seg empirisk at normalfordeling kan benyttes i forbindelse med gjennomsnittet av observasjonene, også kalt sentralgrenseteoremet (Meen 2014, 100).

Forventningsverdien er gjennomsnittlig verdi for alle enhetene og har symbol  $\mu$ . Tilhørende til forventningsverdien finner vi et standardavvik. Standardavviket har symbol  $\sigma$ . Både forventningsverdi og standardavvik er illustrert i figur 6. I henhold til teorien vil 68% av fordelingen ligge mellom intervallet  $\mu \pm \sigma$  (Meen 2014, 117). Dette er illustrert i mørkeblått i figur 6.



Figur 6: Normalfordelingskurve også kalt Gausskurve.

Kilde: <http://ndla.no/nb/node/118878?fag=98366>

### 3.2.3 Korrelasjon

Korrelasjon er et mål på lineær samvariasjon. En korrelasjonskoeffisient brukes for å undersøke om to variabler "varierer i takt". Hvis vi vet verdien av den ene variabelen kan vi også si noe om verdien for den andre variabelen for samme enhet (Hansson 2013, 20).

Korrelasjon måles i det som kalles korrelasjonskoeffisienter og vil alltid ligge mellom  $-1$  til  $+1$ . Jo nærmere korrelasjonskoeffisienten ligger 0, jo mindre samvariasjon finnes det. Positiv korrelasjon betyr at en økning i den ene variabelen gjennomgående fører til en økning i den andre variabelen. For positiv korrelasjon vil korrelasjonskoeffisienten ligge mellom 0 og 1. Negativ korrelasjon betyr at en økning i den ene variabelen gjennomgående fører til en reduksjon av den andre variabelen. For negativ korrelasjon vil korrelasjonskoeffisienten ligge mellom  $-1$  og 0 (Meen 2014, 199).

For å se om det er en signifikant sammenheng mellom de to variablene kan vi gjennomføre en test ved å finne p-verdi for korrelasjonskoeffisienten. Jo nærmere den er 0, jo mer signifikant er samvariasjonen mellom de to variablene. For å finne p-verdien må vi regne ut en testobservator. Det er vanlig å si at p-verdien må være mindre enn 0,05 eller 5% for at sammenhengen er signifikant (Meen 2014, 199).

Selv om vi finner at det foreligger en signifikant sammenheng mellom de to variablene, vil det ikke dermed si at det foreligger kausalitet, altså at en variabel forårsaker en annen. Korrelasjonen kan også skyldes andre bakenforliggende årsaker eller samvariasjoner (Hansson 2013, 20).

Formler for utregning av korrelasjon fremgår av vedlegg C.

## 4 Analyse

### 4.1 Tallgrunnlag

For å svare på oppgavens problemstilling har vi benyttet estimert kostnad P(50) og faktisk kostnad. Utgangspunktet vårt var, etter veiledning fra FMA/Inv, at tallene kunne trekkes ut fra FID (vedlegg E), men at det mest korrekte tallet for *faktisk kostnad* er det som fremgår av det enkelte prosjekts termineringsrapport.

I tillegg har de fleste prosjektene gått over flere år. Dette stiller krav til nåverdijustering av alle beløp, slik at de er justert til samme prisdato og kan sammenlignes. Tallene i FID og i termineringsrapportene skal i utgangspunktet ha blitt nåverdijustert (Forsvaret, 2015). For vår undersøkelse er det kritisk at dette har blitt gjort ettersom at det først er når vi har begge tallene, P (50) og faktisk kostnad, nåverdijustert til det samme året, vi får et korrekt bilde av forholdet mellom disse.

For å få et best mulig tallgrunnlag valgte vi derfor å kryssjekke alle tallene, både P(50) og faktisk kostnad, i FID opp mot termineringsrapportene. For nåverdijustering av tall har vi benyttet verktøy for nåverdijustering tilsendt fra FMA/Inv, se vedlegg B.

I 76 av prosjektene stemte tallene overens, eller det var åpenbart hvilke tall som var riktig. Et typisk eksempel var der FID viste faktisk påløpte kostnader på 0,- selv om det fremgikk av termineringsrapporten at ytelsen var levert og med en oppgitt kostnad.

Der hvor det ikke var opplagt hvilket tall som stemte var vår eneste mulighet for å finne det ut å nåverdijustere tallene i termineringsrapporten. I motsetning til utdraget fra FID, var tallene her oppgitt med dato. På tross av at tallene skulle ha blitt nåverdijustert så vi 23 eksempler på at dette åpenbart ikke var gjort. Dette oppdaget vi når vi nåverdijusterte tallene i termineringsrapportene og fikk tall som stemte overens med FID.

I 30 prosjekter var tallene ulike både før og etter vi nåverdijusterte tallene fra termineringsrapporten. I disse tilfellene har vi brukt tallene fra termineringsrapporten. Dette valget ble tatt på bakgrunn av anbefaling fra FMA/Inv. I de tilfellene vi ikke hadde tilgang på termineringsrapporten måtte vi belage oss på tallene fra FID.

Vår erfaring etter å ha gjennomgått tallene er at man ikke er konsekvent i føring av termineringsrapport og i FID. Usikkerheten som dette medfører svekker påliteligheten til datagrunnlaget og dermed oppgavens validitet.

## 4.2 Er P(50) et 50/50-estimat?

For å sjekke om P(50) virkelig er et 50/50-estimat har vi sett på hvor stor andel av prosjektene som har et underforbruk, opp mot hvor stor andel av prosjektene som har et overforbruk.

Vi forventer at det vil være spredning av de 123 prosjektene vi har analysert, hvor ca halvparten av prosjektene skal overstige styringsmålet, mens halvparten av prosjektene er forventet å ha et underforbruk. Spredningen dreier seg altså kun om

hvilken side av P(50) man treffer, og forholder seg således likegyldig til avvikets størrelse. Vi vil allikevel legge til at vi også har en forventning om at kostnadene til prosjektene vil ligge rundt P(50), enten på undersiden eller oversiden. Denne forventningen er etablert på bakgrunn av at vi har et felles styringssystem for å håndtere usikkerhet. Prosjektledere og medarbeidere skal ha kunnskap om kostnadsestimering og kunne bruke tilgjengelig verktøy. God kompetanse på usikkerhetsanalyser bør resultere i mindre avvik.

For å se på spredningen rundt P(50) har vi analysert kostnadene for hvert prosjekt i utvalget. Ettersom prosjektene har svært ulikt omfang vil ikke avvik i kroner være sammenlignbart. Dette er grunnen til at vi har regnet avviket i prosent. I denne oppgaven har vi regnet slik at de prosjektene som har et underforbruk i forhold til P(50) har et minus %-vis avvik. De prosjektene som har oversteget P(50) har et positivt %-vis avvik. De prosjektene som har truffet P(50) har 0% avvik.

*Tabell 1: Eksempel på utregning av avvik.*

<b>Prosjekt</b>	<b>P50</b>	<b>Faktisk kostnad</b>	<b>Avvik</b>	<b>%-vis avvik</b>
P57	10 726 891	9 730 767	996 124	-9,29 %

Utregning:

**P(50) - Faktisk kostnad = avvik**

10 726 891 – 9 730 767 = 996 124

**- (Avvik/P(50)) = %-vis avvik**

-(996 124 / 9 730 767) = -9,29%

For å fremstille resultatene av utregningene på en enkel og oversiktlig måte har vi valgt å samle avvikene i intervaller på 5 %. Hvert intervall representerer da en stokastisk variabel. Dette har vi gjort for at det skal være lettere å visuelt se sannsynlighetstettheten for avvikene. Tabellen nedenfor viser hvor mange prosjekter

som ligger innenfor hvert intervall. For eksempel er det 35 prosjekter som ligger i intervallet -5% til 0.

Tabell 2: Gruppert %-vis avvik med intervall på 5%.

<b>%-vis intervall</b>	<b>Antall prosjekter</b>
(-100, -95)	6
(-95, -90)	2
(-90, -85)	1
(-85, -80)	0
(-80, -75)	2
(-75, -70)	2
(-70, -65)	1
(-65, -60)	1
(-60, -55)	2
(-55, -50)	1
(-50, -45)	1
(-45, -40)	0
(-40, -35)	8
(-35, -30)	2
(-30, -25)	5
(-25, -20)	7
(-20, -15)	6
(-15, -10)	8
(-10, -5)	12
(-5, 0)	35
(0, 5)	13
(5, 10)	2
(10, 15)	2
(15, 20)	3
(20, 25)	0
(25, 30)	1
<b>Totalt</b>	<b>123</b>

Tabell 2 viser at det er stor spredning i avvikene, fra maksimalt underforbruk på -99,89%, til et maksimalt overforbruk på 27,15%.

Hovedtyngden av prosjektene ligger rundt 0% avvik, dette var noe vi forventet. Det som derimot ikke er forventet er hvor mange som ligger med et underforbruk på mer 85%. Det vil si at de kun har brukt 15% eller mindre av P(50). Dette er oppsiktsvekkende lite og det er grunn til å tro at det ikke bare er svake usikkerhetsanalyser som er årsaken. Vi mistenker at prosjekter som har et så stort avvik ikke har levert stort i ytelse, altså at de er terminert *før* anskaffelse. Vi valgte derfor å gå inn på hvert enkelt av disse prosjektene for å se hva som skyldtes de store avvikene. Vi sjekket dermed alle prosjektene som lå med et avvik fra -100% til -85%, altså 9 prosjekter.

Resultat:

Tabell 3: Årsak for %-avvik -85% til -100%.

Årsak	Antall
Terminert før anskaffelse	5
Overført til annet prosjekt	3
Ikke tilgang til rapport	1
<b>Totalt prosjekter med avvik over -85%</b>	<b>9</b>

Tabell 3 illustrerer at disse prosjektene enten har blitt terminert før det er gjennomført noe anskaffelse, eller fordi de har blitt overført til et annet prosjekt. Når et prosjekt overføres til et annet er dette en formell organisatorisk aktivitet som ligger utenfor prosjektets kontroll. Begge kategoriene er prosjekter som er terminert før anskaffelse, og skal derfor ikke være en del av utvalget. Ett av prosjektene har vi ikke fått undersøkt da vi ikke har hatt tilgang til termineringsrapporten. Det er naturlig å anta at avviket for dette prosjektet skyldes tilsvarende forhold som de øvrige og vi har derfor valgt å se bort fra dette prosjektet også.

Vi ønsker et utvalg som er representativt og vi vil derfor utelukke alle prosjekter som er med på å forurene resultatene. Etersom resultatet fra undersøkelsen av de



prosjektene som lå mellom –85% og –95% entydig viste at disse var terminert før anskaffelsen, valgte vi å utvide denne undersøkelsen betraktelig. Vi gikk derfor inn i termineringsrapportene til alle prosjekter som lå mellom -85% og -30% i avvik for å se på årsakene bak avvikene.

I prosjektene som lå mellom –50% til –30% i avvik hadde alle startet anskaffelsesfasen. Faktisk fremgikk det at 8 av 10 prosjekter hadde levert hele ytelsen. I og med at alle var terminert etter anskaffelse skal disse beholdes. Vi så da heller ingen grunn til å undersøke de med mindre avvik enn 30%. Dette stemmer godt med vår antagelse om at jo nærmere vi kommer 0% i avvik, jo mer ytelse har prosjektet levert.

Når det gjelder prosjektene som lå mellom –85% og –50% i avvik var årsakene til avvik mer nyanserte.

Resultat av undersøkelsen:

*Tabell 4: Årsak for %-vis avvik –85% til – 50%.*

<b>Årsak</b>	<b>Antall</b>
Terminert før anskaffelse	2
Overført til annet prosjekt	1
Ikke tilgang til rapport	1
Annet	5
<b>Totalt prosjekter med avvik -85%-50%</b>	<b>9</b>

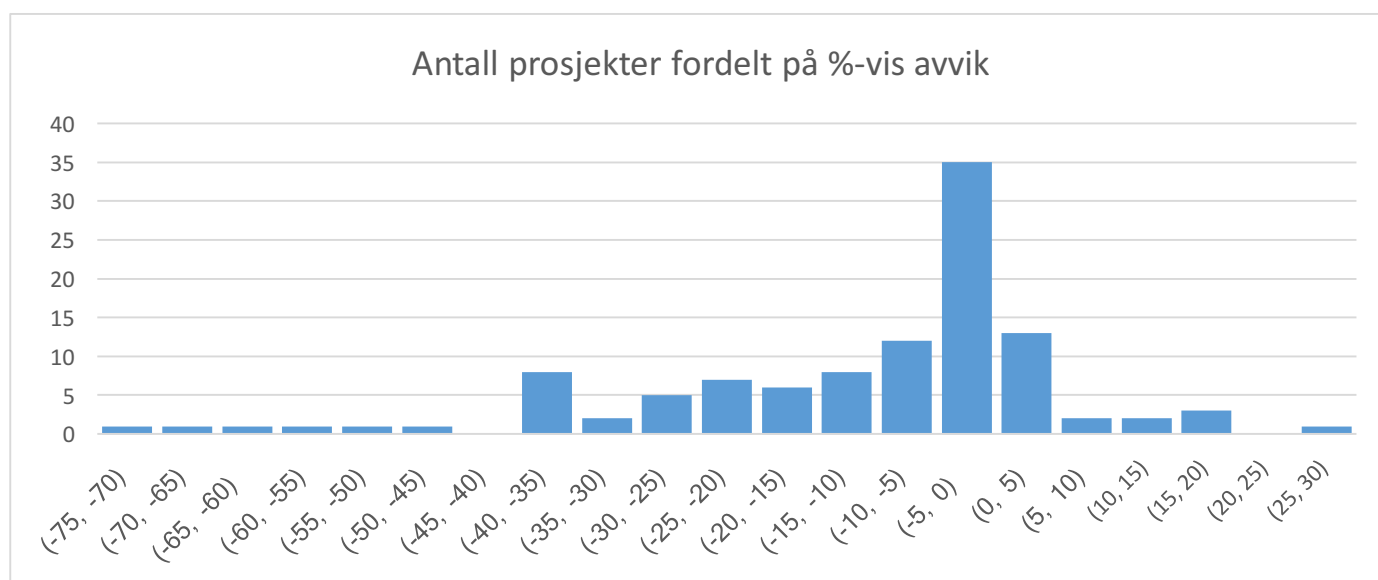
En mer nøyaktig beskrivelse av årsakene ligger vedlagt i vedlegg D. De to prosjektene som er terminert før anskaffelse, og det som er overført til annet prosjekt har vi tatt ut av utvalget. For å redusere risikoen for forurensning av utvalget har vi også valgt å ta ut det prosjektet hvor vi ikke hadde tilgang til termineringsrapporten. Videre ser vi at fem av prosjektene har et stort avvik som ikke skyldes at de er terminert før anskaffelse eller overført til annet prosjekt. Disse fem prosjektene har vi valgt å beholde i den videre analysen.

Etter å ha fjernet de prosjektene som ikke tilhører utvalget står vi igjen med totalt 110 prosjekter. Det er disse prosjektene som den videre analysen tar utgangspunkt i.

*Tabell 5: Gruppert %-vis avvik med 5%-intervall*

<b>%-vis intervall</b>	<b>Antall prosjekter</b>
(-75, -70)	1
(-70, -65)	1
(-65, -60)	1
(-60, -55)	1
(-55, -50)	1
(-50, -45)	1
(-45, -40)	0
(-40, -35)	8
(-35, -30)	2
(-30, -25)	5
(-25, -20)	7
(-20, -15)	6
(-15, -10)	8
(-10, -5)	12
(-5, 0)	35
(0, 5)	13
(5, 10)	2
(10, 15)	2
(15, 20)	3
(20, 25)	0
(25, 30)	1
<b>Totalt:</b>	<b>110</b>

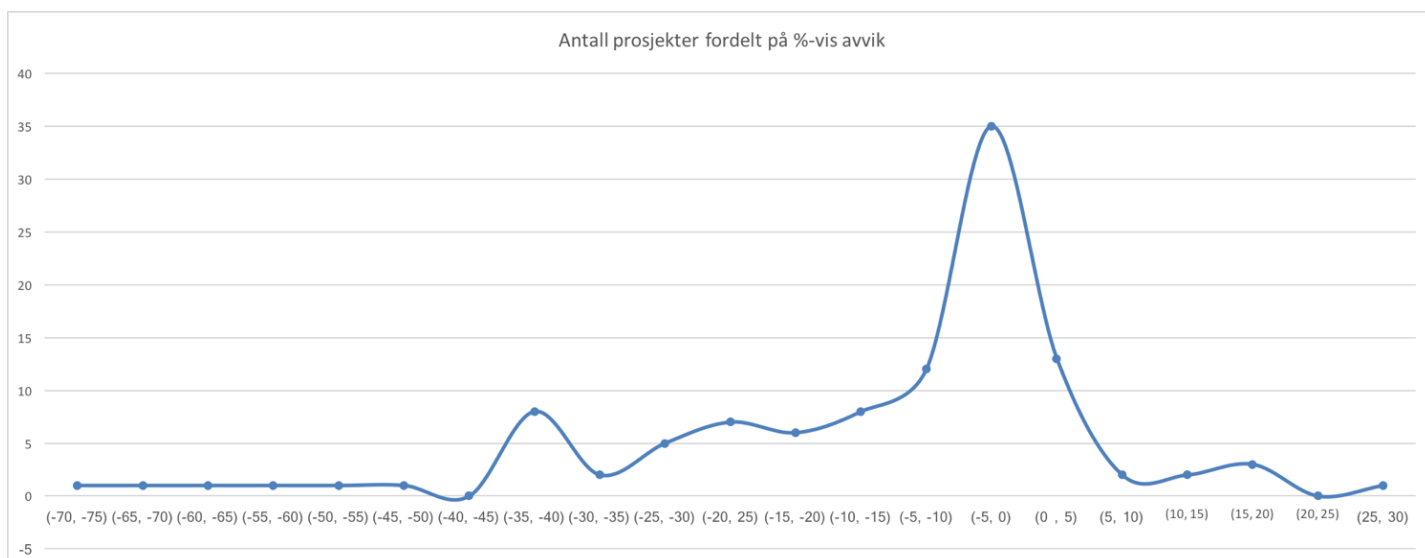
For en mer visuell fremstilling har vi på bakgrunn av tabell 5. laget et histogram for å se på spredningen av resultatet. Y-aksen er antall prosjekter, mens x-aksen er prosentvis avvik. X-aksen er plassert slik at det representerer et intervall på 5%. Hver søyle representerer dermed et visst antall prosjekter som er i det aktuelle avviksintervallet. Eksempelvis kan vi se at 35 prosjekter ligger innenfor et avvik på -5% til 0%.



**Figur 7: Histogram; antall prosjekter fordelt på %-vis avvik, intervaller på 5%.**

Tabell 5 viser oss en overvekt av prosjekter som har forbrukt mindre enn estimert P(50). Underforbruket har stor spredning, men med en betydelig hovedvekt nær P(50).

Fordelingen av %-vis avvik har en øvre og nedre grense (+99%, -99%), noe som i følge teorien betyr at den ikke kan være normalfordelt. Likevel kan vi anta at fordelingen vil være tilnærmet lik normalfordelt hvis vi har mange nok enheter. Hvis vi nå skulle antatt at fordelingen er normalfordelt burde kurven ha vært symmetrisk. Når vi setter tallene inn i et linjediagram ser vi godt at kurven er venstreskjev.



Figur 8: linjediagram; antall prosjekter fordelt på %-vis avvik.

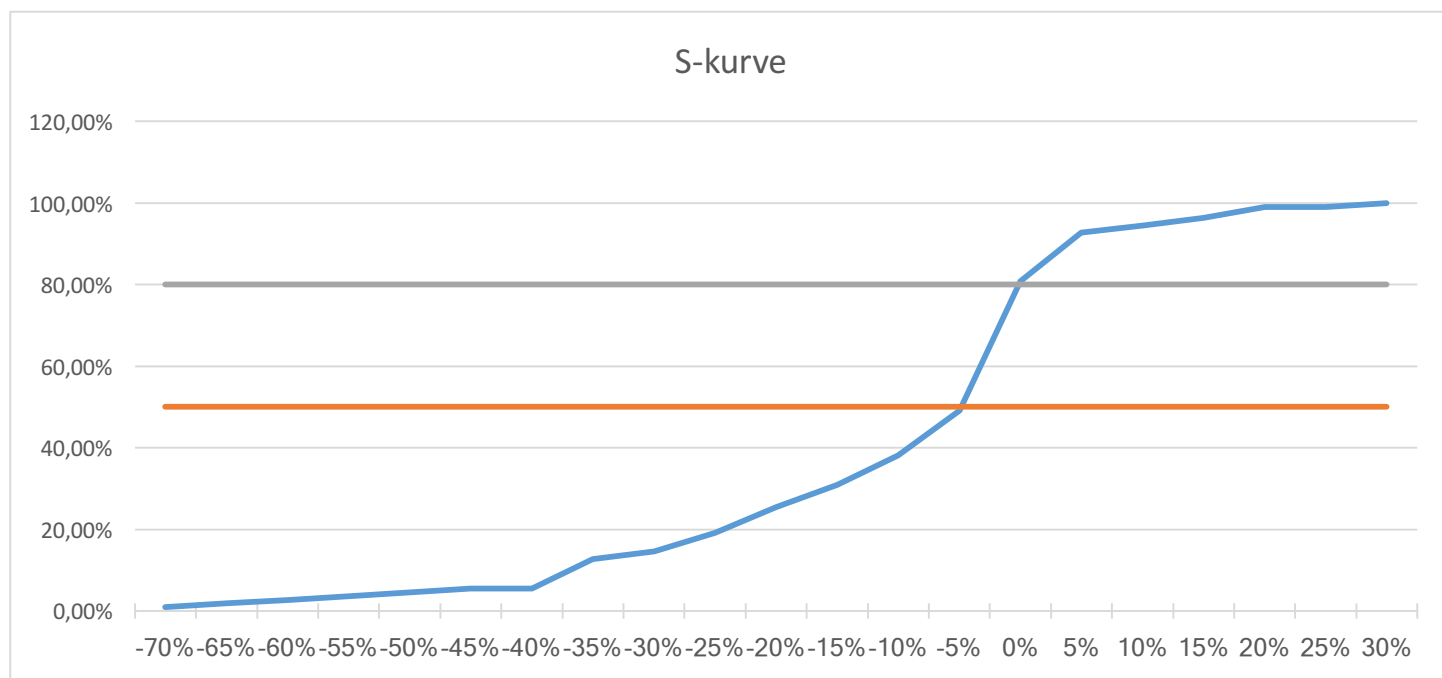
Summerer vi opp alle prosjektene med under-/overforbruk får vi følgende fordeling:

Tabell 6: Oversikt under- og overforbruk 110 prosjekter

	Antall	% av 110
<b>Overforbruk</b>	21	19%
<b>0 %</b>	3	3%
<b>Underforbruk</b>	86	78%
<b>Totalt</b>	<b>110</b>	<b>100%</b>

Ut fra tabellen leser vi at 89 av prosjektene har et underforbruk eller treff på P(50). Dette utgjør hele 81% av prosjektene, mens bare 19 % har overforbrukt i forhold til P(50). Dette innebærer at det som skal være et 50/50 estimat i virkeligheten er et 81/19, eller avrundet til et 80/20-estimat.

Dette gjenspeiler seg også gjennom en S-kurve som viser den kumulative sannsynlighetsfordelingen av prosjektene, vist i blått i figur 9. X-aksen representerer %-vis avvik i forhold til P(50), mens Y-aksen representerer hvor stor andel av prosjektene som ligger nedenfor det enkelte %-vise avviket.



**Figur 9: S-kurve for utvalg 110 prosjekter**

Den grå linjen markerer 80% av prosjektene. Denne linjen krysser S-kurven på -0% avvik. Alle prosjektene som ligger langs den blå linjen på undersiden av krysningpunktet, utgjør altså 80% av alle prosjektene, og har alle et underforbruk eller treff på P(50).

Medianen for alle de 110 prosjektene er  $-4,69\%$ . Medianen sier noe om fordelingen av prosjektene. Medianen regnes ut ifra det "midterste" prosjektet når disse er oppstilt i rekkefølge fra minst til størst avvik. I denne undersøkelsen er prosjekt nr. 55 og 56 i midten, og har dermed 54 prosjekter på hver side. Disse to prosjektene har et underforbruk på henholdsvis  $-4,85\%$  og  $-4,53\%$ . Medianen er gjennomsnittet av de to avvikene. Medianen kan vi også lese ut ifra figur 9. Ettersom den oransje linjen marker 50% av alle prosjektene, markerer den medianen i krysningpunktet med S-kurven. Vi ser her at 50% av prosjektene har et underforbruk på  $4,69\%$  eller mer.

Det gjennomsnittlige prosentvise avviket for de 110 prosjektene er  $-11,17\%$ . Dette sier noe om estimert forventningsverdi for fremtidige prosjekter. Dette skal vi se på i del 4.5.

Vi vurderer dette resultatet som et markant avvik fra teorien. Det er svært interessant at en så stor andel av prosjektene holder seg under P(50). På bakgrunn av dette har vi derfor gjort en nærmere analyse av resultatet.

### 4.3 Små marginer

Et 80/20-estimat som vi har kommet frem til avviker mye fra teorien og våre forventninger. Allikevel ser vi ut ifra illustrasjonene at mange av prosjektene ligger nærme P(50).

Ut fra tabell 5 ser vi at intervallet mellom  $-5\%$  og  $+5\%$  inneholder 48 prosjekter. Det vil si at nærmere 44% av de 110 prosjektene så godt som treffer estimert kostnad P(50). Dette er en markant andel av alle prosjektene.

Tabell 7: Oversikt under- og overforbruk, prosjekter mellom  $-5\%$  og  $+5\%$  avvik

	Antall
<b>Overforbruk maks 5%</b>	13
<b>0% avvik</b>	3
<b>Underforbruk maks 5%</b>	32
<b>Total:</b>	<b>48</b>

I prosjektene som har et så lite prosentvis underforbruk kan vi anta at marginene har vært små i forhold til hvilken side av P(50) de har havnet på. Hadde alle de 35 prosjektene som enten har 0% avvik, eller et underforbruk på maks 5%, istedenfor overforbrukt i forhold til P(50) ville dette utgjort 56 av 110 prosjekter. Dette ville gitt et 51/49-estimat for P(50), altså tilnærmet 50/50.

Hvorvidt dette er realistisk viser ikke vår analyse. For eksempel er gjennomsnittsverdien av P(50) 107,3 millioner. 5% av dette utgjør 5,35 millioner som illustrerer at når vi ser på "marginene" i investeringsprosjekter kan det dreie seg om store summer. Uansett belyser dette at vårt resultat om at P(50) er mer et 80/20-

estimat, kunne sett annerledes ut hvis noen med marginalt minusavvik, hadde overforbrukt.

#### 4.4 Økonomistyring

Resultatet av analysen kan også gi indikasjoner i forhold til hvor gode Forsvaret er på økonomistyring. Uten at vi i denne oppgaven skal gå dypt inn på dette vil vi i det følgende knytte noen kommentarer til det vi ser.

På den ene siden viser tallene at Forsvaret underforbruker i flere tilfeller enn det de skal. Samtidig ser vi at mange ligger tett opptil P(50), som kan antyde at Forsvaret treffer relativt godt når det kommer til usikkerhet- og kostnadsestimater. Allikevel kan dette også være et tegn på at PL styrer etter P(50). For eksempel kan vi se for oss at PL kan være fristet til å tillegge ytelser i prosjektet hvis vedkommende ser at det er "penger igjen" i forhold til etatens styringsmål. Dette kan betraktes som sløsing av midler. Motsatt kan vi se for oss at PL kutter i ytelsen for ikke å overstige P(50) for å ikke fremstå som en dårlig prosjektleder. Dette kan resultere i at ytelsen ikke blir i henhold til kravspesifikasjonene som var bestemt.

Analyseresultatet viser også at det kun er 21 prosjekter i utvalget (19%) som har søkt om å få benytte UA. Dette gjøres ved at PL henvender seg til utførende etat, for at de deretter kan søke FD om å få utløst UA. En mulig slutning vi kan trekke ut ifra resultatet er at det er høy terskel for å søke om UA-midler. Hvis dette er tilfelle kan prosjektene løse dette ved å legge på litt ekstra i usikkerhetsanalysen for å helgardere seg mot å overstige P(50). Eller at det også her går andre veien, at PL velger å redusere leveransen og ytelsen for og ikke overstige P(50). Hvis det er slik at P(50) legges for høyt kan dette medføre at prosjekter som burde blitt gjennomført ikke blir gjennomført. Dette kan for eksempel skje gjennom at et prosjekt ikke blir akseptert på bakgrunn av at det er for kostbart, en beslutning som dermed er tatt på feil grunnlag. I tillegg til dette vil for høye P(50)-estimer som regel føre til for høye kostnadsrammer (P(85)). Dette medfører unødvendig store usikkerhetsavsetninger – midler som bindes opp hos departementet, som igjen kan føre til at andre prosjekter ikke blir gjennomført.

En annen forklaringsfaktor som vi har sett gjennom vårt arbeid med termineringsrapporter er at P(50) flyttes underveis i prosjektet. Dette innebærer at FD innvilger ny og økt P(50). Vi har sett dette i noen få tilfeller, i tillegg kan det være termineringsrapporter hvor dette ikke kommer tydelig frem. Ny P(50) kan innvilges så sent som i anskaffelsesfasen. På et så sent tidspunkt vil det være mye mindre usikkerhet knyttet til kostnader og det vil være lettere å estimere en P(50) som utøvende etat vil klare å holde seg innenfor. Dette vil gi et falskt bilde av hvor gode/dårlige Forsvaret er på kostnadsestimering og er derfor en trussel mot oppgavens relabilitet.

Vi ønsker også å knytte noen kommentarer til prosjektleders styringsmål. Spørsmålet er hvorvidt det egentlig er hensiktsmessig at PL har styringsmål som ligger så lavt som basiskostnaden. I realiteten forventer man jo at kostnadene skal bli høyere, noe som reflekteres i P(50). PL sitt styringsmål skal både være oppnåelig, men det skal kreve litt for å få det til. Det er mulig å velge styringsmål for PL som ligger mellom basiskostnaden og P(50), for eksempel et P(40)-estimat. Realistiske og oppnåelige styringsmål ville samtidig bidratt til stram og god kostnadsstyring.

## 4.5 Trender

Prosjektene vi har sett på er alle svært ulike i form og størrelse. Vi synes det derfor er interessant å se om vi kan finne noen trender. Vi har valgt ut to variabler, størrelse og oppstartsår, som begge vil sjekkes mot planlagt P(50) gjennom en korrelasjonsanalyse.

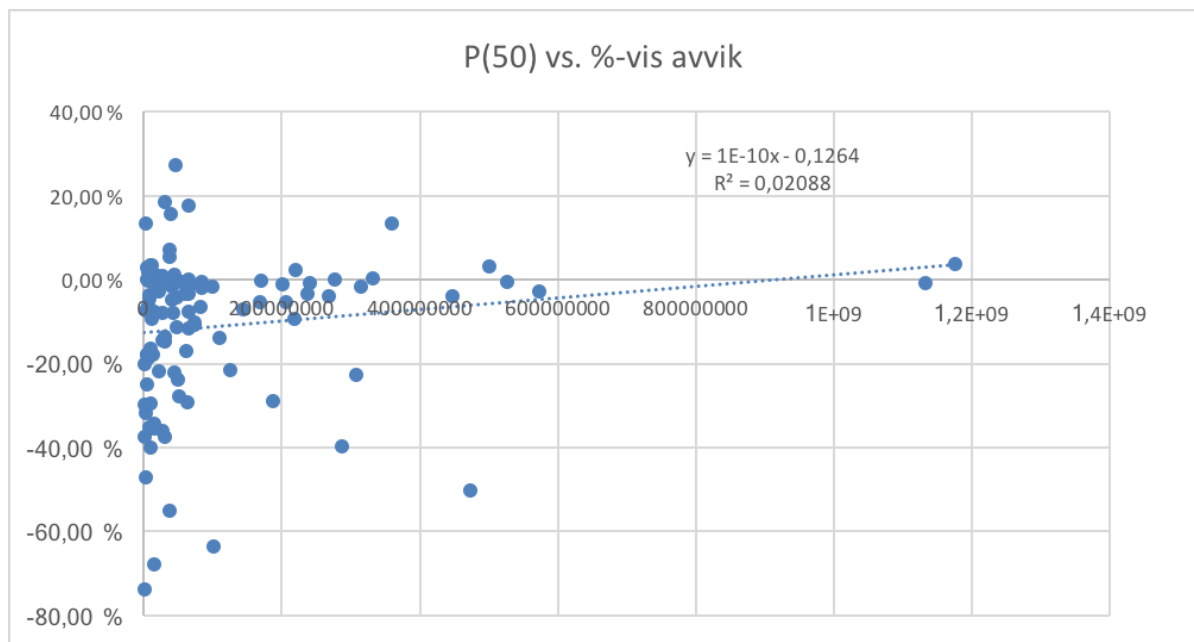
### 4.5.1 Har store eller små prosjekter størst %-vis avvik?

Første variablene vi har sett på er planlagt P(50) mot %-vis avvik. Hvis vi får positiv korrelasjon mellom disse variablene kan dette antyde at jo større P(50)/prosjekt er, jo større %-vis avvik kan vi forvente.



Korrelasjonskoeffisienten for P(50) vs. %-vis avvik er beregnet til 0,1445. Denne er nokså lav og mye tyder på at det ikke finnes noen samvariasjon mellom de to variablene.

For å teste om det er signifikant sammenheng mellom de to variablene regner vi ut p-verdien. Denne er på 0,1320 noe som er over 0,05, altså ikke signifikant. P-verdien indikerer at det ikke finnes noen samvariasjoner. Dette kan vi også illustrere gjennom et punktdiagram hvor X-aksen er P(50) og y-aksen er %-vis avvik.



**Figur 10: Korrelasjon P(50) vs. %-vis avvik**

I figur 4 ser vi at det er stor konsentrasjon av punkter rundt 0 uavhengig av størrelsen på P(50). Trendlinjen viser den lineære korrelasjonskoeffisienten, hvor  $R^2$  er kvadratet av korrelasjonskoeffisienten.

Funnet i denne analysen tyder på at størrelsen på P(50) ikke har noen sammenheng med hvor stort %-vis avvik vi kan forvente. Sagt på en annen måte, det kan virke som at en kostnads- og usikkerhetsanalyse er like vanskelig, og kan slå feil, uavhengig av hvor stort prosjektet er regnet i kroner.

#### 4.5.2 Utviklingen over år?

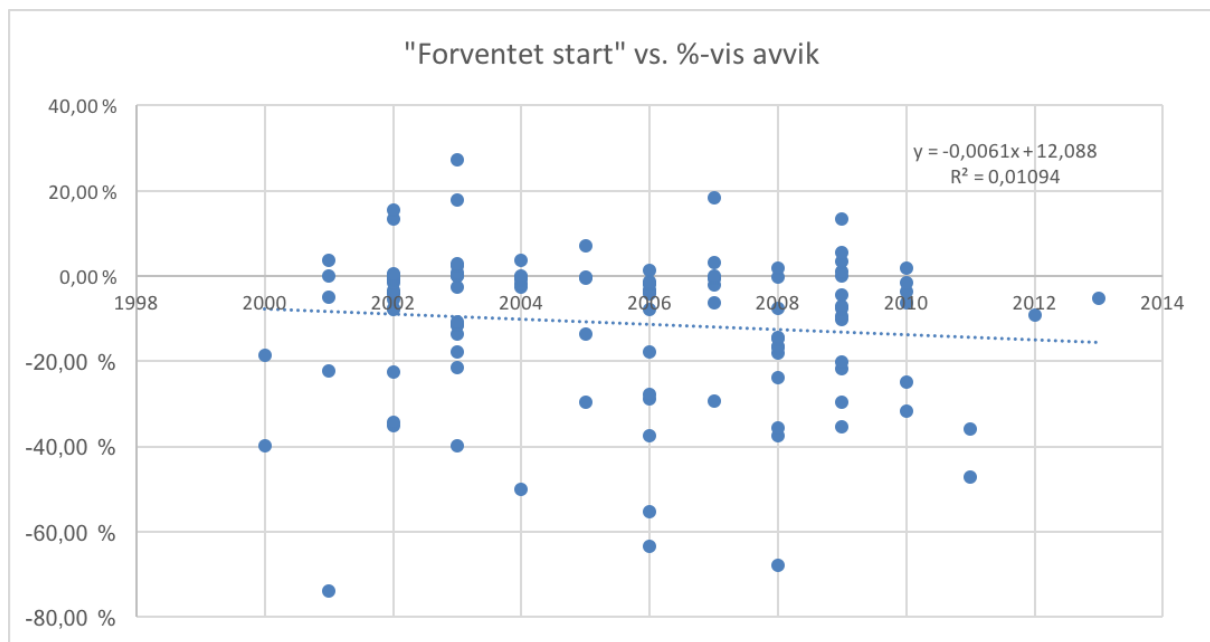
Det neste vi ønsker å undersøke er hvorvidt vi kan si at Forsvaret har blitt bedre på usikkerhetsanalyser de siste årene. For å finne ut dette kan vi se om det er korrelasjon mellom når prosjektet ble startet og %-vis avvik. Alle prosjektene vi har analysert er fra 2000 eller nyere. Siste versjon av PRINSIX kom i 2004. Dette gjør det svært interessant i forhold til om det nye styringsverktøyet har bidratt til at Forsvaret har blitt flinkere til å gjøre KUAer, eventuelt om nytt system har krevd en "innkjøringsfase". Hvis vi finner at det er en negativ korrelasjon mellom de to variablene kan vi si at jo lavere årstall, jo høyere %-vis avvik. Altså at jo eldre prosjekter, jo større er avvikene.

De fleste av prosjektene går over flere år. Årstallet vi har valgt å bruke i denne analysen er hentet fra FID og er "forventet start"-året for prosjektet. Dette er fordi vi ser det som hensiktsmessig å analysere det året som er nærmest tidspunktet hvor usikkerhetsanalysen er gjort. Hvorvidt prosjektene faktisk ble igangsatt på dette tidspunktet har vi ikke bekreftelse på. Dette gjør det usikkert om vi måler det vi ønsker å måle, og svekker dermed denne analysens validitet.

Korrelasjonskoeffisienten for disse to variablene er  $-0,1046$ . Her ser vi faktisk at det er en ørliten negativ korrelasjon mellom de to variablene. Samtidig ser vi at denne er så liten at det mest sannsynlig ikke foreligger noe klar samvariasjon.

P-verdien for korrelasjonskoeffisienten er  $0,2767$  som bekrefter at det ikke er noen signifikant samvariasjon mellom de to variablene "forventet start" og %-vis avvik.

Dette kan vi også se ut fra punktdiagrammet hvor X-aksen er forventet start og Y-aksen er %-vis avvik.



**Figur 11: Korrelasjon "Forventet start" vs. %-vis avvik**

Som vi kan se ut fra figur 5 er det jevn spredning av avvikene uavhengig av årstall. Ut fra denne analysen kan vi ikke si at Forsvaret har blitt bedre på sine usikkerhetsanalyser over tid.

#### 4.6 Forventet avvik

For å kunne si noe om hva som er forventet avvik på fremtidige prosjekter kan det være interessant å se på hva gjennomsnittet og tilhørende standardavvik for dette utvalget er. Det gjennomsnittlige avviket for alle prosjektene er et estimat for forventet avvik på fremtidige prosjekter, altså -11,17%. Standardavviket har vi beregnet til 17,97%. Hvis kurven til disse prosjektene hadde vært normalfordelt kunne vi forventet at 68% av alle prosjektene ville ligget innenfor forventningsverdien +/- standardavviket, altså innenfor intervallet -29,15% til 6,80%, illustrert i figur 6.

Vi undersøkte deretter om det var slik at 68% av prosjektene i vårt utvalg ligger innenfor standardavviket. Ved å telle opp alle prosjektene som ligger innenfor intervallet fant vi at det var hele 76%. Ut fra dette kan vi forvente at 76% av de fremtidige prosjektene vil få et avvik på mellom -29,15% i underforbruk og 6,80% i overforbruk, med en forventningsverdi på -11,17%

## 5 Konklusjon

I denne oppgaven har vi forsøkt å svare på følgende problemstilling:

*Hvor godt treffer Forsvaret på sine kostnadsestimater i investeringsprosjekter?*

Målet med oppgaven var å måle treffsikkerhet. Med hensyn til oppgavens omfang begrenset vi oppgaven til å berøre to av variablene i et prosjekt. Disse var estimert kostnad og faktisk kostnad. Den estimerte kostnaden vi benyttet var styringsmålet til utøvende etat som er et 50/50-estimat og kalles derfor P(50). Det er altså treffsikkerheten i forhold til etatens styringsmål vi har undersøkt.

Analysen bygger på Forsvarets prosjektstyringsverktøy og sannsynlighetsteori. Vi testet om det faktisk er slik at 50 % av prosjektene treffer under styringsmålet til ansvarlig etat, mens 50% treffer over.

I vårt utvalg på 110 prosjekter underforbrukte hele 80% av prosjektene, mens 20 % havnet over. Medianen var på et underforbruk med 4,69%, og gjennomsnittlig avvik var på -11,17% (underforbruk). Utvalget hadde en venstreskjev kurve, med hovedtyngde nær P(50).

Videre gjorde vi to korrelasjonsanalyser. Vi fant at det ikke var sammenheng mellom prosjektenes størrelser (i kroner) og %-vis avvik fra P(50). Samme resultat fikk vi når vi sjekket om det var sammenheng mellom oppstartstidspunktet for prosjektet og %-vis avvik fra P(50).

Ambisjonen med oppgaven var å kunne generalisere resultatene til å gjelde alle investeringsprosjektene i Forsvaret. Etersom utvalget ble gjort etter kriterier kan vi ikke automatisk gjøre dette da vi ikke med sikkerhet kan si at utvalget er representativt. Allikevel ble utvalget sortert ut etter objektive kriterier, og resultatet ble et utvalg som representerte alle forsvarsgrener og fellesavdelinger.

Underveid i analysen identifiserte vi at datagrunnlaget hadde redusert pålitelighet. Dette tilfører usikkerhet til resultatene.

Konklusjonen på problemstillingen er at Forsvaret ikke treffer godt på sine kostnadsestimater i investeringsprosjekter. Veldig kort oppsummert er dette på bakgrunn av at 80% av prosjektene hadde et underforbruk i forhold til estimatet for etatens styringsmål.

Dersom våre resultater viser et korrekt bilde av virkeligheten tyder dette på at Forsvaret enten er dårlige på kostnads- og usikkerhetsanalyser *eller* kostnads- og usikkerhetsstyring. Dette kan medføre et eller flere av følgende forhold:

1. Redusert ytelse
2. Sløsing med midler
3. Prosjekter som burde blitt gjennomført, blir ikke gjennomført fordi det ikke er tilgjengelige midler

## 6 Anbefaling og videre undersøkelser

Denne oppgaven har studert en del av et stort og viktig kunnskapsområde. For at Forsvaret skal bli bedre på kostnadsestimering mener vi at det bør gjøres flere undersøkelser på området. Her er noen muligheter for videre arbeid:

- En tilsvarende kvantitativ undersøkelse.

Vi mener det er viktig at det gjøres en ny kvantitativ undersøkelse med kvalitetssikret data.

- Et følgestudie.

En kvalitativ undersøkelse hvor man følger et fåtall prosjekter gjennom hele gjennomføringsprosessen.

## 7 Referanser

### 7.1 Litteratur

#### **Forsvaret**

2008. *Veiledning i håndtering av usikkerhet*. 2.utgave. Forsvaret

#### **Hansson, Knut W.**

2013. *Statistikk og SPSS for enkle undersøkelser* Hønefoss: Høgskolen i Buskerud

#### **Jacobsen, Dag Ingvar.**

2005. *Hvordan gjennomføre undersøkelser?*. 2.utgave. Kristiansand: Høyskoleforlaget

#### **Meen, Knut**

2014. *Vulgara 3 – bind 1*. Bergen: Sjøkrigsskolen

#### **Project Management Institute, inc (PMI)**

2004. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. 3.utgave. Pennsylvania: Project Management Institute

### 7.2 Internett

#### **Finansdepartementet**

2017. Forsvarets materiellinvesteringer

<http://www.statsbudsjettet.no/Statsbudsjettet-2017/Statsbudsjettet-fra-A-til-A/Forsvarets-materiellinvesteringer/#artikkel> 20.04.2017

## **Forsvaret**

2013. Prosjektøkonomiske rammebetingelser

<https://forsvaret.no/prinsix/investeringsstyring/Prosjektoekonomiske-rammebetingelser> 20.04.2017

## **Forsvaret**

2015. Dokumentmaler for anskaffelsesfasen (Mal Termineringsrapport)

<https://forsvaret.no/prinsix/Maler/maler-for-anskaffelsesfasen> 21.04.2017

## **Forsvaret A**

2016. Oppfølging i FID

<https://forsvaret.no/prinsix/investeringsstyring/Oppfoelging-i-FID> 21.04.2017

## **Forsvaret B**

2016. Dokumentmaler for konseptfasen (Mal Mål og strategidokument)

<https://forsvaret.no/prinsix/Maler/maler-konseptfase> 20.04.2017

## **Forsvaret A**

2017. PRINSIX

<https://forsvaret.no/prinsix> 15.04.2017

## **Forsvaret B**

2017. Usikkerhetsledelse

<https://forsvaret.no/prinsix/kunnskapsomrader/Usikkerhetsstyring> 20.04.2017

## **Regjeringen**

2016. Forsvarsmateriell

<https://www.regjeringen.no/no/dep/fd/organisering-og-ledelse/etater-og-virksomheter-under-forsvarsdepartementet/underliggende-etater/forsvarsmateriell/id2484506/> 17.04.2017

## 7.3 Regjerings- og stortingsdokumenter

### **Stortingsproposisjon nr. 151 S (2015-2016)**

Kampkraft og bærekraft. Oslo: Forsvarsdepartementet  
2016. Langtidsplan for Forsvarssektoren



## 9 Vedlegg

### VEDLEGG A - Tallgrunnlag for utregninger

Prosjekt	P50	Faktisk kostnad	Avvik	%-vis avvik	Forventet start
P01	11 300 000	12 005	11 287 995	-99,89 %	2 006
P02	1 216 000 000	1 293 841	1 214 706 159	-99,89 %	2 002
P03	52 000 000	261 072	51 738 928	-99,50 %	2 003
P04	953 985 133	7 900 000	946 085 133	-99,17 %	2 006
P05	426 891 544	3 581 000	423 310 544	-99,16 %	2 003
P06	82 365 803	2 300 588	80 065 215	-97,21 %	2 005
P07	13 851 000	979 718	12 871 282	-92,93 %	2 003
P08	70 000 000	6 400 000	63 600 000	-90,86 %	2 003
P09	184 848 439	23 064 000	161 784 439	-87,52 %	2 006
P10	58 165 000	12 272 749	45 892 251	-78,90 %	2 003
P11	372 738 027	79 246 917	293 491 110	-78,74 %	2 003
P12	800 000	209 059	590 941	-73,87 %	2 001
P13	51 460 000	15 393 174	36 066 826	-70,09 %	2 003
P14	14 871 200	4 773 960	10 097 240	-67,90 %	2 008
P15	101 000 000	36 864 176	64 135 824	-63,50 %	2 006
P16	120 000 000	51 014 325	68 985 675	-57,49 %	2 002
P17	38 000 000	17 030 450	20 969 550	-55,18 %	2 006
P18	472 531 190	235 600 000	236 931 190	-50,14 %	2 004
P19	3 000 000	1 586 161	1 413 839	-47,13 %	2 011
P20	10 000 000	6 005 312	3 994 688	-39,95 %	2 003
P21	286 434 332	172 652 524	113 781 808	-39,72 %	2 000
P22	31 000 000	19 360 541	11 639 459	-37,55 %	2 006
P23	1 390 000	870 795	519 205	-37,35 %	2 008
P24	27 720 000	17 756 888	9 963 112	-35,94 %	2 011
P25	9 000 000	5 796 553	3 203 447	-35,59 %	2 008

P26	16 000 000	10 330 095	5 669 905	-35,44 %	2 009
P27	8 710 000	5 656 000	3 054 000	-35,06 %	2 002
P28	15 400 000	10 113 585	5 286 415	-34,33 %	2 002
P29	3 630 000	2 480 000	1 150 000	-31,68 %	2 010
P30	580 000	408 000	172 000	-29,66 %	2 005
P31	9 000 000	6 339 740	2 660 260	-29,56 %	2 009
P32	63 330 580	44 819 985	18 510 595	-29,23 %	2 007
P33	187 683 523	133 559 390	54 124 133	-28,84 %	2 006
P34	50 300 000	36 389 972	13 910 028	-27,65 %	2 006
P35	5 200 000	3 901 856	1 298 144	-24,96 %	2 010
P36	49 138 782	37 464 485	11 674 297	-23,76 %	2 008
P37	306 980 000	237 590 000	69 390 000	-22,60 %	2 002
P38	44 600 000	34 726 590	9 873 410	-22,14 %	2 001
P39	22 460 000	17 550 000	4 910 000	-21,86 %	2 009
P40	125 800 000	98 724 002	27 075 998	-21,52 %	2 003
P41	1 700 000	1 357 004	342 996	-20,18 %	2 009
P42	5 900 000	4 800 000	1 100 000	-18,64 %	2 000
P43	5 420 000	4 446 798	973 202	-17,96 %	2 008
P44	13 200 000	10 844 453	2 355 547	-17,85 %	2 003
P45	4 222 903	3 469 385	753 518	-17,84 %	2 006
P46	60 818 024	50 547 802	10 270 222	-16,89 %	2 008
P47	8 900 000	7 434 881	1 465 119	-16,46 %	2 008
P48	30 700 000	26 157 566	4 542 434	-14,80 %	2 008
P49	26 500 000	22 665 497	3 834 503	-14,47 %	2 008
P50	110 000 000	94 878 051	15 121 949	-13,75 %	2 003
P51	31 000 000	26 799 445	4 200 555	-13,55 %	2 005
P52	65 000 000	57 449 510	7 550 490	-11,62 %	2 003
P53	47 270 000	41 878 141	5 391 859	-11,41 %	2 003
P54	73 995 631	66 074 445	7 921 186	-10,70 %	2 003

P55	74 300 000	66 800 000	7 500 000	-10,09 %	2 009
P56	217 700 000	197 447 145	20 252 855	-9,30 %	2 009
P57	10 726 891	9 730 767	996 124	-9,29 %	2 012
P58	42 000 000	38 669 963	3 330 037	-7,93 %	2 006
P59	27 550 000	25 400 000	2 150 000	-7,80 %	2 002
P60	64 000 000	59 110 690	4 889 310	-7,64 %	2 002
P61	14 994 000	13 866 504	1 127 496	-7,52 %	2 008
P62	2 800 000	2 590 762	209 238	-7,47 %	2 009
P63	143 417 716	133 389 496	10 028 220	-6,99 %	2 009
P64	82 600 000	77 318 390	5 281 610	-6,39 %	2 007
P65	5 638 000	5 288 960	349 040	-6,19 %	2 010
P66	206 100 000	194 998 788	11 101 212	-5,39 %	2 002
P67	167 771 520	159 004 455	8 767 065	-5,23 %	2 013
P68	41 200 000	39 200 000	2 000 000	-4,85 %	2 001
P69	7 500 000	7 160 234	339 766	-4,53 %	2 009
P70	48 000 000	45 944 940	2 055 060	-4,28 %	2 006
P71	447 400 000	429 109 965	18 290 035	-4,09 %	2 002
P72	268 500 000	258 231 755	10 268 245	-3,82 %	2 002
P73	7 790 000	7 505 231	284 769	-3,66 %	2 010
P74	236 900 000	228 800 000	8 100 000	-3,42 %	2 006
P75	60 000 000	57 966 394	2 033 606	-3,39 %	2 002
P76	64 669 815	62 500 000	2 169 815	-3,36 %	2 006
P77	572 100 000	556 400 000	15 700 000	-2,74 %	2 004
P78	21 800 000	21 208 146	591 854	-2,71 %	2 003
P79	22 410 000	21 965 483	444 517	-1,98 %	2 007
P80	83 800 000	82 199 417	1 600 583	-1,91 %	2 004
P81	314 200 000	308 504 168	5 695 832	-1,81 %	2 006
P82	64 349 395	63 200 094	1 149 301	-1,79 %	2 006
P83	40 000 000	39 327 687	672 313	-1,68 %	2 002

P84	98 980 144	97 400 000	1 580 144	-1,60 %	2 010
P85	200 850 234	198 439 994	2 410 240	-1,20 %	2 006
P86	1 131 904 000	1 122 000 000	9 904 000	-0,87 %	2 002
P87	240 000 000	238 099 924	1 900 076	-0,79 %	2 004
P88	16 250 000	16 137 261	112 739	-0,69 %	2 002
P89	54 800 000	54 455 790	344 210	-0,63 %	2 005
P90	526 200 000	523 000 000	3 200 000	-0,61 %	2 007
P91	83 250 000	82 848 657	401 343	-0,48 %	2 002
P92	45 500 000	45 300 000	200 000	-0,44 %	2 007
P93	170 000 000	169 539 231	460 769	-0,27 %	2 005
P94	5 860 000	5 849 299	10 701	-0,18 %	2 008
P95	22 500 000	22 468 119	31 881	-0,14 %	2 004
P96	277 400 000	277 100 000	300 000	-0,11 %	2 007
P97	64 000 000	63 981 129	18 871	-0,03 %	2 004
P98	4 500 000	4 499 238	762	-0,02 %	2 001
P99	38 900 000	38 893 930	6 070	-0,02 %	2 002
P100	23 350 000	23 349 996	4	0,00 %	2 009
P101	9 100 000	9 100 000	0	0,00 %	2 003
P102	44 000 000	44 000 000	0	0,00 %	2 003
P103	332 300 000	333 384 211	-1 084 211	0,33 %	2 002
P104	21 000 000	21 115 064	-115 064	0,55 %	2 002
P105	27 000 000	27 219 878	-219 878	0,81 %	2 003
P106	15 800 000	15 983 992	-183 992	1,16 %	2 009
P107	45 000 000	45 540 292	-540 292	1,20 %	2 006
P108	9 500 000	9 663 081	-163 081	1,72 %	2 008
P109	6 500 000	6 620 977	-120 977	1,86 %	2 010
P110	220 000 000	225 064 793	-5 064 793	2,30 %	2 003
P111	5 200 000	5 353 000	-153 000	2,94 %	2 003
P112	501 259 917	517 538 791	-16 278 874	3,25 %	2 007

P113	12 100 000	12 500 000	-400 000	3,31 %	2 009
P114	9 300 000	9 628 857	-328 857	3,54 %	2 004
P115	1 176 000 000	1 220 000 000	-44 000 000	3,74 %	2 001
P116	36 700 000	38 677 266	-1 977 266	5,39 %	2 009
P117	36 900 000	39 552 473	-2 652 473	7,19 %	2 005
P118	360 000 000	407 975 187	-47 975 187	13,33 %	2 002
P119	3 050 000	3 459 766	-409 766	13,43 %	2 009
P120	39 800 000	45 972 000	-6 172 000	15,51 %	2 002
P121	65 000 000	76 493 000	-11 493 000	17,68 %	2 003
P122	30 172 000	35 719 656	-5 547 656	18,39 %	2 007
P123	46 200 000	58 741 314	-12 541 314	27,15 %	2 003

## VEDLEGG B - Verktøy for nåverdi

For utregning av nåverdi har vi benyttet et excel-ark tilsendt fra FMA. Dette kan fremskaffes ved behov. Bilde er et utklipp av arket.

Årlige indekser			1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
			0,00									
1989 --> 1990	1,035	3,500 %	0,00	0,00								
1990 --> 1991	1,0375	3,750 %	0,00	0,00	0,00							
1991 --> 1992	1,035	3,500 %	0,00	0,00	0,00	0,00						
1992 --> 1993	1,0075	0,075 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
1993 --> 1994	1,015	1,500 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
1994 --> 1995	1	0,000 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
1995 --> 1996	1,025	2,500 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
1996 --> 1997	1,011	1,100 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
1997 --> 1998	1,02	2,000 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1998 --> 1999	1,01	1,000 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1999 --> 2000	1,018	1,800 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2000 --> 2001	1,0215	2,150 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2001 --> 2002	1,018	1,800 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2002 --> 2003	1,015	1,500 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2003 --> 2004	1,0175	1,750 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2004 --> 2005	1,024	2,400 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2005 --> 2006	1,014	1,400 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2006 --> 2007	1,012	1,200 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2007 --> 2008	1,019	1,900 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2008 --> 2009	1,023	2,300 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2009 --> 2010	1,025	2,500 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2010 --> 2011	1,021	2,100 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2011 --> 2012	1,022	2,200 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2012 --> 2013	1,023	2,300 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2013 --> 2014	1,022	2,200 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2014 --> 2015	1,026	2,600 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2015 --> 2016	1,028	2,800 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2016 --> 2017	1,025	2,500 %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2017</b>			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## VEDLEGG C - Formler for korrelasjon

Gjennomsnitt:  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2$        $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (y_k - \bar{y})^2$

Empirisk varians:  $S_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2$        $S_y^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (y_k - \bar{y})^2$

Empirisk standardavvik:  $S_x = \sqrt{S_x^2}$        $S_y = \sqrt{S_y^2}$

Empirisk Kovarians:  $S_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})(y_k - \bar{y})$

Empirisk korrelasjonskoeffisient:  $r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y}$

Testobservator:  $t = r_{xy} \cdot \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$

$$P - \text{verdi} = 2 \cdot tCdf(|t|, \infty, n - 2)$$

## VEDLEGG D - Årsaker til store avvik

<b>Prosjekt over 85% avvik</b>	
	<b>Årsak til avvik</b>
P01	Terminert før anskaffelse
P02	Terminert før anskaffelse
P03	Mangler tilgang
P04	Terminert før anskaffelse
P05	Terminert før anskaffelse
P06	Terminert før anskaffelse
P07	Mangler tilgang
P08	Overført nytt prosjekt
P09	Mangler tilgang
<b>Prosjekt med 50%-85% avvik</b>	
	<b>Årsak til avvik</b>
P10	Prosjekt overført
P11	Mangler tilgang
P12	HS overført til post 1. og kostnader ble lavere enn forventet
P13	Terminert før anskaffelse
P14	Ikke levert ihh pga manglet KD
P15	Dårlig bemanning, ledelse og prioritering
P16	Terminert før anskaffelse
P17	Endret behov/forutsetninger
P18	FMO 45 inneholdt gjennomføringskostnader
<b>Prosjekt med 30%-50% avvik</b>	
	<b>Årsak til avvik</b>
P19	Feil estimater + utgifter dekket av FLO
P20	Deler overført. + investeringsstopp



P21	Dårlig dokumentasjon.
P22	Kronekurs på USD
P23	Omdisponering av materiell lokalt
P24	Nye rammeavtaler med bedre vilkår
P25	Fokus på kostnader
P26	Leveranser ikke ferdigstilt
P27	Beregnete kostnader ført som drift
P28	Ikke kommentert i rapporten
P29	Utgifter dekket av Luftforsvaret

## VEDLEGG E - Utdrag fra FID

Kan vises på forespørsel. Vedlegget er sikkerhetsgradert begrenset.

## VEDLEGG F – Termineringsrapporter

Kan vises på forespørsel.