



DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Industriell Økonomi, spesialisering innen prosjektledelse og kontraktsadministrasjon	Vårsemesteret, 2012 Åpen / Konfidensiell
Forfatter: Magnus Breivik (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Prof. Frank Asche Veileder(e): Frank Lind (Aker Solutions MMO AS)	
Tittel på masteroppgaven: Normbaserte estimater – Pilottest av nytt verktøy til bruk i fremtidige prosjekter Engelsk tittel: Norm-based estimates – Testing a new tool for use in future projects	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Estimering Pilottest Norm	Sidetall: 71 + vedlegg/annet: 11 Stavanger, 8/5-2012



Universitetet
i Stavanger

Normbaserte estimater

-

Pilottest av nytt verktøy til bruk i fremtidige prosjekter



AkerSolutionsTM

Masteroppgave i Industriell Økonomi

Magnus Breivik

Universitetet i Stavanger, juni 2012

SAMMENDRAG

Denne oppgaven er en pilottest av et nytt verktøy for utarbeiding av normbaserte estimater hos Aker Solutions MMO. Pilottesten går ut på å teste estimatene verktøyet gir mot fullførte prosjekter, ved å sammenligne opprinnelig estimat og faktisk førte timer for de fullførte prosjektene med estimat fra det nye verktøyet. Verktøyet som testes er et Excel-basert verktøy som benytter fysisk håndterte vekter og tilhørende kontraktsnormer for å estimere direkte timer.

I oppgaven er 52 tidligere avsluttede prosjektnettverk fra kontrakten Tampen V&M analysert. De håndterte vektene ved avslutning av prosjektet brukes til å utarbeide estimater gjennom det nye estimeringsverktøyet. Opprinnelig estimat for nettverkene er hentet ut fra prosjektenes sluttrapporter. De to estimatene sammenlignes så med de faktisk forbrukte timene som er registrert på nettverket. Forskjellen mellom de to estimeringsmetodene danner grunnlaget for analysen som forsøker å gi svar på hvorvidt det nye verktøyet kan forventes å gi mer treffsikre estimater enn de opprinnelige.

Analysene ser både på relative avvik i forhold til prosjektstørrelse og på absolutte timeavvik. Det gjennomføres analyser for alle nettverk samlet, samt oppdelt etter felt. Dette for å undersøke eventuelle forskjeller mellom felt eller plattformer. I etterkant av analysen diskuteres mulige faktorer som kan påvirke treffsikkerheten av estimatet.

Resultater fra analysene kan ikke gi et klart svar på om det nye estimeringsverktøyet er bedre enn opprinnelig estimeringsmetode. Det kan ikke vises til en entydig endring i treffsikkerheten. Analysene antyder en klar forskjell i treffsikkerhet for de to estimatene mellom de ulike plattformene. Kontrakten Tampen V&M har ikke åpnet for differensiering av estimater på ulike plattformer, men oppfølgerkontrakten Statoil V&M åpner for en slik justering. Ulikhetene som sees mellom plattformer i denne oppgavens analyser antyder at en slik differensiering kan bidra til økt treffsikkerhet for normbaserte estimater i fremtiden.

FORORD

Denne oppgaven er skrevet som avsluttende oppgave for mitt femårige Masterstudie i Industriell Økonomi ved Universitetet i Stavanger våren 2012.

Oppgaven er skrevet i samarbeid med Aker Solutions MMO i Stavanger. Etter samtaler med Aker Solutions, representert ved Frank Lind høsten 2011, oppsto ideen om å skrive oppgave om estimeringsprosessen i Aker Solutions.

Tiden hos AKSO har vært både lærerik og utfordrende. Jeg har blitt tildelt kontor plass og tilgang til alt nødvendig utstyr og programvare nødvendig for å gjennomføre oppgaven på en best mulig måte. Jeg har fått tilgang til et meget godt og rikt datasett, med data fra nylig avsluttede prosjekter fra en av deres største og mest betydningsfulle kontrakter.

Jeg vil rette en stor takk til Aker Solutions for måten de har tatt meg imot og behandlet meg som en av sine egne. Alle ansatte har vært positive til å hjelpe og bistå med det de kan, for å hjelpe med i arbeidet med oppgaven. En spesiell takk rettes til avdelingsleder for estimering Frank Lind for måten han tok meg imot, hjelp med definisjon av oppgave og tilgang til all nødvendig data.

En takk rettes også til alle andre ansatte hos Aker Solutions. Alle jeg har vært i kontakt med har vært meget positive, tålmodige og behjelpelige under mitt arbeid med oppgaven. Mange gode råd og hjelp til å forstå dataene og hvordan arbeidet gjennomføres hos Aker Solutions har vært viktig for gjennomføringen av oppgaven. En ekstra takk rettes til Erik Salte og Elisabeth Høgvoll Norland, de to personene som har hjulpet meg mest her hos Aker Solutions.

En stor takk rettes også til min veileder ved Universitetet i Stavanger, Professor Frank Asche for god oppfølging og konstruktive tilbakemeldinger under arbeidet.

INNHold

1 – Innledning.....	1
1.1 – Oppgaven	1
1.2 - Begrepsforklaringer	3
2 - Aker Solutions ASA	4
2.1 - Om bedriften	4
2.2 – Tampen.....	5
2.2.1 – Snorre	6
2.2.2 – Statfjord.....	7
2.2.3 – Gullfaks	7
2.3 – Estimeringsverktøyet.....	8
3 – Teori	11
3.1 – Estimering	11
3.1.1 - Faktorestimat.....	12
3.2 - Hva er et forventningsrett estimat.....	13
3.2.1 - Underestimering.....	14
3.2.2 - Overestimering.....	14
3.3 - Erfaringstall.....	14
4 - Kontraktsformer	17
4.1 - Fastpris	17
4.2 - Regningsarbeid	17
4.3 - Målbudsjett	17
5 - Praksis i Aker Solutions.....	20
5.1 - PEM – Project Execution Model	20
5.2 - Estimering i Tampen V&M	23
5.3 - Endringsstyring.....	28
6 – Usikkerhet	33
6.1 – Svakheter ved estimeringsmetoden	33
6.1.1 - Vektkontroll	34
6.1.2 - Store versus små prosjekter	34
6.1.3 – Endringer under kontraktstiden.....	35
7 - Datagrunnlag.....	36
7.1 - Opprinnelig estimat.....	37
7.2 - Nytt estimat.....	37
7.3 - Forbrukte timer	37
8 - Statistisk metode	38
8.1 – Statistiske begreper	38
8.1.1 - Parplanen.....	38
8.1.2 - Hypotesetest.....	38
8.1.3 - p-verdi	38
8.2 – Analytisk metode.....	39
8.2.1 – Analyse av relative avvik	40
8.2.2 – Analyse av absolutte avvik.....	41
9 – Resultater fra analyse	43
9.1 - Tampen V&M – Snorre, Statfjord og Gullfaks	43
9.2 - Analyse – Totalt over alle nettverk	49
9.2.1 – Uten ekstremverdier	51
9.3 - Analyse enkelt felt	52

9.3.1 - 037 - Statfjord	52
9.3.2 - 057 – Snorre	54
9.3.3 – 057 – Snorre, unntatt ekstremverdier	56
9.3.4 - 050 – Gullfaks	58
9.3.5 – 050 – Gullfaks, unntatt ekstremverdier	60
9.4 - Endringen mellom estimeringsmetodene	61
10 – Diskusjon	62
10.1 – Diskusjon av resultater	62
10.2 – Diskusjon omkring usikkerhetsfaktorer	63
10.2.1 - Forskjeller mellom plattformer	63
10.2.2 - Forskjeller mellom prosjekter	65
11 – Konklusjoner	66
Forslag til videre studier	68
Kilder	69

Vedlegg

Vedlegg A – Data brukt i analysene.

Vedlegg B – Eksempel - Rapport av vektorer ("Direct man-hours per norm") fra Promineo Cost.

Figurer

Figur 1: Organisasjonsstruktur for Aker Solutions ASA (AKSO 2012a).....	4
Figur 2: Illustrasjon av Tampen-området (Statoil).....	5
Figur 3: Snorre B plattformen (Statoil).....	6
Figur 4: Statfjord C (Statoil).....	7
Figur 5: Gullfaks A (Statoil).....	8
Figur 6: Sannsynlighetsfordeling for forventningsrett og ikke forventningsrett estimat.....	13
Figur 7: Erfaringshjulet (Lind, 2011).....	15
Figur 8: Målbudsjettmodellen for Tampen V&M kontrakten (AKOP, 2004).....	18
Figur 9: PEM – Aker Solutions egen prosjektmodell (AKSO, 2011a).....	20
Figur 10: Utdrag fra PEM, kontrollnivå fase 3 "Detailing and fabrication" (AKSO, 2011b)..	22
Figur 11: Forenklet sammenheng mellom de to estimatene.....	23
Figur 12: Påslag for allowance for ulike disipliner og estimatklasser, fra TR1244 (StatoilHydro, 2009).....	25
Figur 13: Oppbygning av kostnadsestimat (StatoilHydro, 2009).....	27
Figur 14: Struktur for endringshåndtering, Tampen V&M (Petersen,2011).....	29
Figur 15: Utdrag av prosess for endringshåndtering P004 (AKSO, 2007).....	30
Figur 16: Prosess for godkjenning av endringer (Petersen, 2011).....	31
Figur 17: Usikkerheten reduseres over tid (Karlsen og Gottschalk, 2008 s.333).....	33
Figur 18: Totale timer - Alle analyserte nettverk.....	43
Figur 19: Totale timer, etter feltkode.....	44
Figur 20: Relative avvik med tilpasset normalfordelingskurve.....	48
Figur 21: Histogram, relative avvik, Alle analyserte nettverk.....	50
Figur 22: Histogram, absolutte avvik, Alle analyserte nettverk.....	50
Figur 23: Histogram, Relative avvik, 057 - Snorre.....	56
Figur 24: Histogram, Absolutte avvik - 057 Snorre.....	56
Figur 25: Histogram, Relative avvik, 050 - Gullfaks.....	59
Figur 26: Histogram, Absolutte avvik, 050 - Gullfaks.....	59
Figur 27: Andel nettverk etter endring av relativt avvik.....	61
Figur 28: Andel nettverk etter endring i relativt avvik (Samme som figur 27).....	67

Tabeller

Tabell 1: Utklipp av estimeringsverktøy, vektor plottes for å beregne timer for hver norm.....	9
Tabell 2: Totale timer, alle nettverk	37
Tabell 3: Utdrag fra Excel-analyse.....	41
Tabell 4: Utdrag, analyse av absolutte avvik	42
Tabell 5: Totale timer, opprinnelig, nytt verktøy og faktisk timer.....	43
Tabell 6: Totale avvik, opprinnelig og nytt verktøy.....	45
Tabell 7: Totale absolutte avvik, opprinnelig og nytt verktøy	45
Tabell 8: Overestimerte og Underestimerte nettverk, opprinnelig og nytt verktøy	46
Tabell 9: Sammenligning av relative avvik.....	47
Tabell 10: Analyse, Relative avvik, Alle nettverk	49
Tabell 11: Analyse, Absolutte avvik, Alle nettverk	49
Tabell 12: Analyse, Relative avvik - alle nettverk, unntatt ekstremverdier	51
Tabell 13: Analyse, absolutte avvik - alle nettverk, unntatt ekstremverdier	52
Tabell 14: Analyse, Relative avvik, 037 - Statfjord	53
Tabell 15: Analyse, Absolutte avvik, 037C - Statfjord	53
Tabell 16: Analyse, Relative avvik, 057 - Snorre	54
Tabell 17: Analyse, Absolutte avvik, 057 - Snorre	55
Tabell 18: Analyse, Relative avvik, 057 - Snorre, unntatt ekstremverdier	57
Tabell 19: Analyse, Absolutte avvik, 057 - Snorre, unntatt ekstremverdier	57
Tabell 20: Analyse, Relative avvik 050 - Gullfaks	58
Tabell 21: Analyse, Absolutte avvik 050 - Gullfaks	58
Tabell 22: Analyse, Relative avvik, 050 - Gullfaks, unntatt ekstremverdier	60
Tabell 23: Analyse, Absolutte avvik, 050 - Gullfaks, unntatt ekstremverdier	60
Tabell 24: Sammenligning av resultater 057 Snorre - 050 Gullfaks	63
Tabell 25: Relative avvik for de to verktøyene	66

1 – Innledning

1.1 – Oppgaven

Denne oppgaven er en pilottest av et nytt estimeringsverktøy som er i ferd med å tas i bruk i Aker Solutions (AKSO). Verktøyet skal brukes til å utarbeide normbaserte estimater for vedlikeholds og modifikasjonsprosjekter. Et normbasert estimat baserer seg på mengder som håndteres i arbeidet, målt i enkle størrelser som vekt (tonn), areal (m²) og lignende, samt de tilhørende kontraktsnormer.

For å teste det nye estimeringsverktøyet vil denne oppgaven benytte data fra prosjekter i Tampen V&M. Mer spesifikt vil det benyttes data fra prosjekter gjennomført med målbudsjett fra kontorene i Stavanger og Bergen. Disse prosjektene omfatter feltene Snorre, Statfjord og Gullfaks. Estimaten som benyttes i denne oppgaven er normbaserte, det vil si at de baserer seg på normer gitt i kontrakten. Oppgaven ønsker å gi svar på om dette verktøyet kan forventes å gi mer treffsikre estimater for fremtidige prosjekter. Prosjekter med målbudsjett er valgt, da fremtidige modifikasjonskontrakter forventes å i større grad basere seg på målbudsjett (Aker Kværner Offshore Partner [AKOP], 2004).

Kontrakten Tampen V&M har lenge vært svært viktig for AKSO. Store mengder data av meget god kvalitet fra de avsluttede prosjektene har blitt gjort tilgjengelig til bruk i analysene. Det er bruk mye tid på å finne frem gode data. Totalt er 52 prosjektnettverk analysert, alle gjennomført med målbudsjett som avlønningsform. Et enkelt vedlikeholds eller modifikasjonsprosjekt kan bestå av flere nettverk. Oppgaven har valgt å analysere nettverk fremfor prosjekter for å få et størst mulig datagrunnlag.

Tidligere prosjekter i AKSO er blitt estimert ved bruk av vekter og normer fra Tampen V&M-kontrakten. Estimeringen har variert mellom de ulike kontorene og ulike prosjekter. Det nye verktøyet ønskes brukt på tvers av kontorer og prosjekter og være en standardisert metode for utarbeiding av normbaserte estimater.

For å besvare problemstillingen er 52 nettverk fra Tampen V&M kontrakten analysert. Estimater basert på de opprinnelige normene er hentet ut fra sluttrapportene. Mye tid å arbeid er brukt på å estimere alle 52 nettverk ved bruk av det nye verktøyet. De to estimatene vil så sammenlignes med de faktiske påløpte timene på nettverket, som er hentet ut fra

prosjektstyringsverktøyet MIPS. Estimatenes er analysert både med hensyn på relative avvik og på absolutte timeavvik. Resultatene brukes til å besvare problemstillingen om det nye estimeringsverktøyet kan forventes å gi mer treffsikre estimater enn den opprinnelige estimeringsmetoden.

Oppgaven har begrenset seg til å se på oppdrag fra kontrakten Tampen V&M. Mye av arbeidet på denne kontrakten er utført i Stavanger. Tilgangen på data fra denne kontrakten er derfor meget god, noe som gir godt utgangspunkt for analysene. Normbaserte estimater baseres på håndterte vekter og kontraktsnormer. Utarbeidelse av estimater med det nye verktøyet er svært avhengig av data på håndterte vekter. De håndterte vektene som brukes i estimatene, er de samme som brukes til avregning av målbudsjett. Oppgaven har valgt å begrense seg til prosjekter med målbudsjett, da dette ansees som den mest aktuelle kontraktsformen for fremtidige prosjekter. Tilgangen på vektdata fra disse prosjektene er også meget god.

Statoil har ytret sin intensjon om at målbudsjett vil være den foretrukne avlønningsformen i fremtidige prosjekter. Det er derfor av stor interesse for AKSO at normbaserte estimater for denne typen prosjekter er pålitelige. Usikkerhetsfaktorer som kan tenkes å påvirke resultatene er diskutert kort i oppgaven. Arbeid med å bestemme påvirkningen fra disse faller utenfor oppgavens omfang. Analysene i denne oppgaven begrenser seg til å sammenligne treffsikkerheten av de to estimattypene for de aktuelle nettverkene. Ytterligere analyser av eventuelle funn og sammenhenger faller utenfor oppgavens omfang.

1.2 - Begrepsforklaringer

AKSO	Aker Solutions AS
Allowance	Påslag i estimering for “kjente-ukjente” faktorer (kjent, men lar seg vanskelig definere), samt usikkerhet rundt tilgjengelig informasjon. Normalt 10-30%
AOE (VOR)	Anmodning om Endring (Variation Order Request)
Contingency	Tillegg til estimatet for å kompensere for statistisk forventede hendelser som ikke kan forutsees nøyaktig
CRC	Cost Reimbursable Contract – Regningsarbeid
DCR	Design Change Request
EMB	Endelig Målbudsjett
EP(CIC)	Engineering, Procurement, (Construction, Installation and Commission)
HSE / HMS	Health, Safety and Environment / Helse, miljø og sikkerhet
HVAC	Heating, Ventilation, Air Conditioning
LCI	Life Cycle Information
MEL	Master Equipment List
MMO	Maintenance, Modifications and Operations
MTO	Material Take-Off
Norm (Kontraktsnorm)	Kontraktsfestet arbeidstid for tilhørende mengde. Eksempelvis timer per tonn av type rør eller timer per m ² for en form maling av overflate.
OL	Oppdragsleder
PEM	Project Execution Model
PL	Prosjektleder
PMBOK	Project Management Body Of Knowledge
Promineo Cost	Estimering og kontrollprogram for tid og kostnadsestimater brukt i AKSO
V&M	Vedlikehold og Modifikasjon
Vekt	Vekten av utstyret som skal håndteres. Mengden kan også være målt i eksempelvis areal, volum ol.
Vektløst arbeid	Arbeid uten fysisk pålegg, (Arbeid som ikke tilfører vekt, kommer ikke med under vektestimering i disiplinene)
VO	Variation Orders, Variasjonsordre

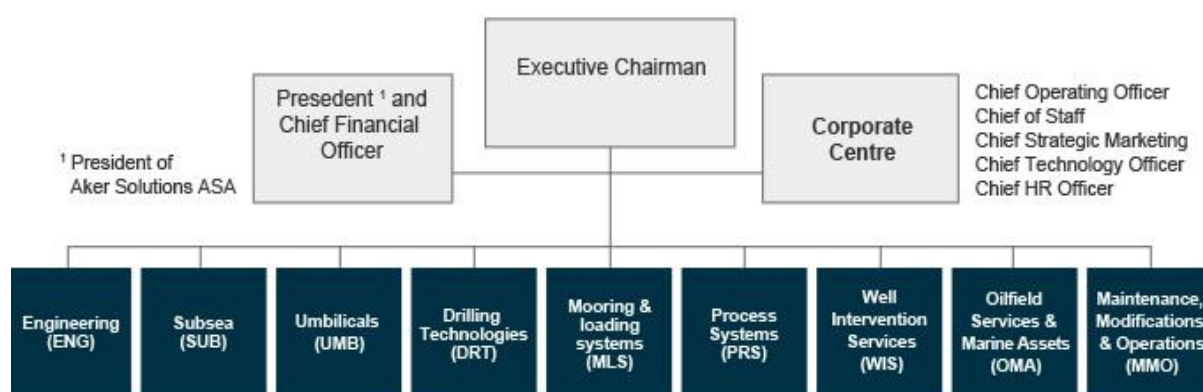
2 - Aker Solutions ASA

2.1 - Om bedriften

Aker Solutions AS er et selskap i konsernet Aker ASA. Aker Solutions oppsto gjennom en sammenslåing av Aker Maritime ASA og Kværner ASA på begynnelsen av 2000-tallet. I 2002 tok den nylig sammenslåtte gruppen navnet Aker Kværner, og i 2008 ble dette igjen endret til dagens navn - Aker Solutions. Kværner ble i 2011 skilt ut som spesialisert EPC(Engineering, Procurement, Construction) leverandør.

Aker Solutions er organisert i flere juridisk uavhengige avdelinger (figur 1), som alle markedsføres under det felles merkenavnet Aker Solutions. Aker Solutions ASA har mer enn 18.000 ansatte fordelt i 30 land over hele verden. Om lag 4700 av disse jobber til en hver tid innen forretningsområdet Maintenance, Modifications and Operations (MMO)(Aker Solutions [AKSO], 2012a). Aker Solutions omsatte for over NOK 36,5 mrd i 2011.

Samlet under ett er Aker Solutions et ledende oljeserviceselskap, både på norsk sokkel og i utlandet. Deres tjenester spenner over hele plattformens levetid, fra konstruksjon, gjennom drift og vedlikehold, til utfasing og nedbygging. Aker Solutions leverer tjenester innen ingeniørarbeid, teknologi, produktløsninger og feltlivs løsninger til olje- og gass-sektoren. (AKSO, 2012a).



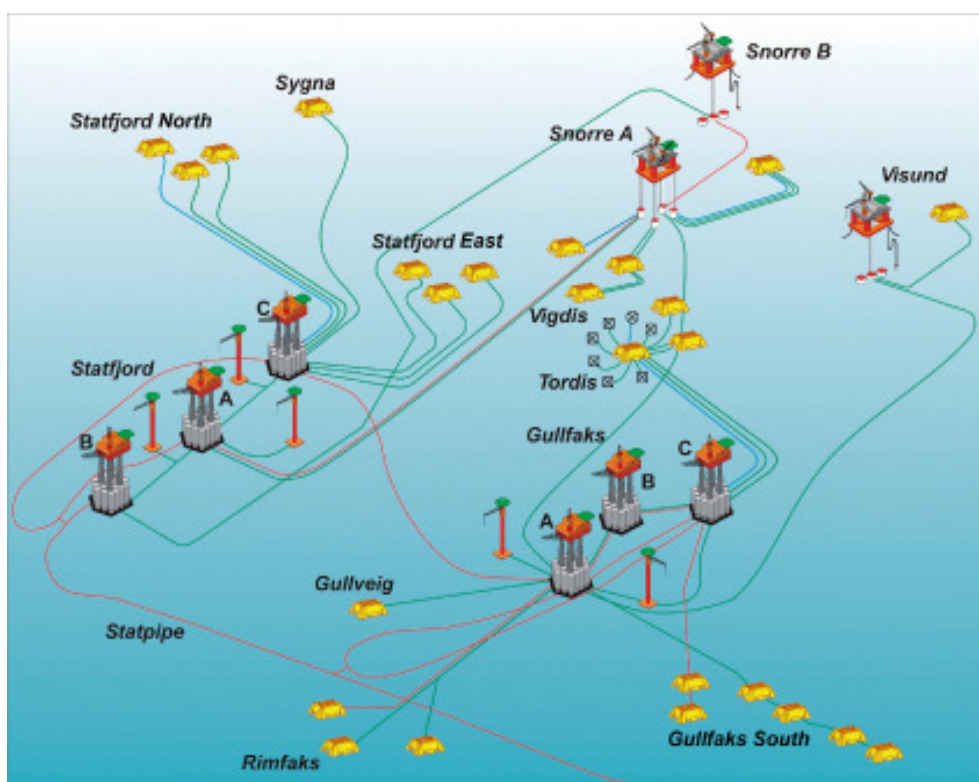
Figur 1: Organisasjonsstruktur for Aker Solutions ASA (AKSO 2012a)

Da Kværner ble skilt ut i 2011, ble MMO et eget forretningsområde. Forretningsområdet dekkes av Aker Solutions MMO AS, Aker Offshore Partner UK og Aker Egersund AS (AKSO, 2012c). Aker Solutions kontor ved Strømsteinen i Stavanger, er hovedkontor for forretningsområdet. MMO har også kontorer i Egersund, Kristiansund, Bergen og Trondheim og Aberdeen.

2.2 – Tampen

Tampenområdet i Nordsjøen innebefatter flere ulike oljefelt. Området er ikke nøyaktig geografisk avgrenset, navnet Tampen stammer fra fiskebanken i samme område. De kjente olje- og gassfeltene i Tampenområdet er Snorre, Sygna, Gullfaks, Statfjord, Statfjord Nord og Øst, Tordis, Gullfaks Sør, Vigdis, Kvitebjørn og Visund (figur 2). I tillegg faller det britiske feltet Murchison delvis inn under Tampenområdet. (SNL,2009)

Kontrakten Tampen V&M omfattet arbeid med vedlikehold og modifikasjoner (V&M) på alle plattformene som var omfattet av kontrakten. Totalt omfatter dette arbeid på om lag 1,8 millioner arbeidstimer årlig (AKSO, 2009)



Figur 2: Illustrasjon av Tampen-området (Statoil)

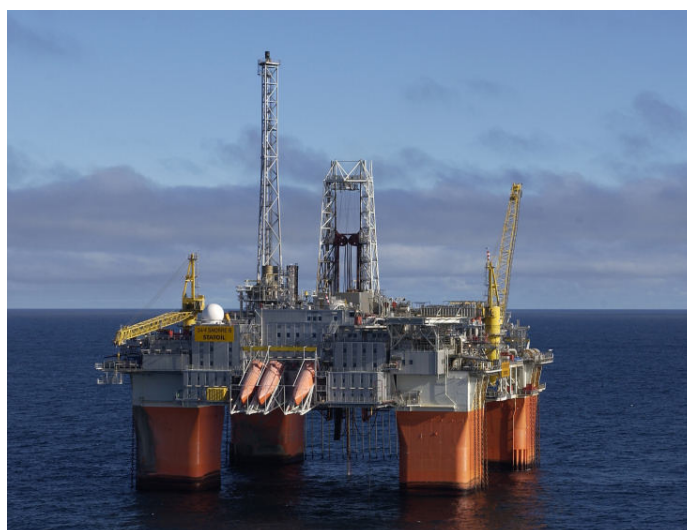
Tampen V&M-kontrakten som gikk ut i 2011 har i mange år vært en svært viktig kontrakt for AKSO MMO. Den har siden inngåelsen i 2002 stadig blitt utvidet, og ved kontraktens slutt innebar den vedlikeholds og modifikasjonsarbeid på hele 9 plattformer fordelt på feltene Visund, Gullfaks, Statfjord og Snorre.

September 2010 ble Aker Solutions tildelt en ny kontrakt, Statoil V&M. Statoil V&M er en rammekontrakt som inkluderer vedlikehold og modifikasjon, inkludert prosjektering, innkjøp, prefabrikasjon og installasjon på feltene Snorre, Visund, Gullfaks og Åsgård, totalt 8 plattformer. Statfjord er ikke lenger en del av rammekontrakten, men har blitt skilt ut som en egen kontrakt under navnet Statfjord latelife.

I denne oppgaven analyseres prosjekter fra de tre feltene Snorre, Statfjord og Gullfaks. Totalt omfatter disse feltene åtte plattformer av ulik størrelse og alder.

2.2.1 – Snorre

Snorre er et olje- og gassfelt lokalisert øst for Statfjord i den nordlige delen av Nordsjøen. Feltet ligger på et dyp på om lag 300 – 350 meter, reservoaret ligger på 2000 – 2700 meters dyp (NPD, 2012). Snorre A plattformen, som er en flytende plattform, startet utvinning på feltet i 1992 før feltet ble utvidet med den delvis nedsenkbare plattformen Snorre B i 2001 (Histos, 2005). Feltets opprinnelige reserver er anslått til å være over 240 millioner standard kubikkmeter (sm^3) olje, og 6,5 milliarder sm^3 gass. Operatøren Statoil, forventer at feltet vil være i produksjon til etter 2040.



Figur 3: Snorre B plattformen (Statoil)

2.2.2 – Statfjord

Statfjord er det største påviste oljefeltet på norsk sokkel. De estimerte oljereservene i feltet er på totalt 567,3 millioner sm^3 , samt 78,8 milliarder sm^3 gass (NPD, 2012). Feltet ble oppdaget i 1974 av Mobil før Statoil overtok operatøransvaret i 1987. På feltet er det i dag utplassert tre såkalte condeep-plattformer med betongunderstell og lagerceller, i tillegg til flere undervannsinstallasjoner på satellittfeltene Statfjord Øst og Statfjord Nord. Statfjord A, som er den største av de tre plattformene, kom i produksjon i 1979. Statfjord B og C har lignende konstruksjon, og kom i drift henholdsvis i 1982 og 1985.



Figur 4: Statfjord C (Statoil)

2.2.3 – Gullfaks

Gullfaks-feltet, ligger i blokk 34/10 i Nordsjøen. Den meget ettertraktede lisensen fikk før tildelingen kallenavnet ”Den gyldne blokk”. Dette var den første tildelingen på norsk sokkel som gikk til et rent norsk konsortium, da Statoil, Norsk Hydro og Saga Petroleum vant i 1978 (Statoil, 2012). Gullfaks-feltet er i dag utbygd med tre plattformer. Gullfaks A kom i produksjon i 1986 – Gullfaks B og C fulgte i henholdsvis 1988 og 1989. Alle de tre plattformene er av lignende konstruksjon, med betongbase og toppside i stål.



Figur 5: Gullfaks A (Statoil)

2.3 – Estimeringsverktøyet

Denne oppgaven forsøker å svare på om et nytt verktøy kan gi bedre estimater enn det tidligere, ved å teste det ut på tidligere fullførte prosjekter. Verktøyet brukes til å beregne timer basert på normer. Dette er spesielt viktig i prosjekter med målbudsjett, da de samme normer benyttes til avregning av endelig målbudsjett ved prosjektets slutt. Estimatenes som analyseres er timeestimer basert på håndterte vekter. Det er disse vektene som benyttes til avregning av målbudsjett, og av den grunn er det ønsket at dette estimatet er mest mulig treffsikkert. Det nye verktøyet som benyttes er et Excel-basert verktøy der normene fra kontrakten BP V&M er lagt til grunn. Disse normene har blitt testet og verifisert internt i Aker Solutions. Spørsmålet oppgaven ønsker å besvare, er om dette verktøyet kan gi bedre estimater, også for prosjekter på andre kontrakter.

Verktøyet baserer seg på input av vekter som skal installeres på plattformen fra ulike disipliner. Disse vektene oppgis fra hver disiplin under planleggingsfasen av prosjektet. Vektene deles inn i mange ulike grupper med en tilhørende norm. Disiplinene må oppgi de vektene de vil håndtere innen hver enkelt gruppe. Eksempler på slike grupper er elektriske kabler eller karbonrør med diameter mellom 2” og 4”. Verktøyet benytter vekter for hver enkelt gruppe og tilhørende normer for å finne antall forventede timer. Når vektene er plottet inn i tilhørende gruppe, gir verktøyet en utskrift over estimerte timer. Tabell 1 viser et lite utklipp fra verktøyet.

Timene deles inn i 4 hovedkategorier:

- Prefabrikasjon
- Sammenstilling
- Integrasjon
- Rivning

Verktøyet beregner de direkte timene for hver aktivitet ved hjelp av normene. Estimateret gis påslag for andre faktorer, utover de direkte timene gitt fra norm. Påslagene inndeles i de tre kategoriene, indirekte timer, arbeidende formenn og ikke-produktive timer. Påslagene er sammensatt av mange ulike faktorer. Eksempelvis omfatter indirekte timer flere ulike aktiviteter, som blant annet kvalitetskontroll, rengjøring og transport. Denne beregningen vises også i verktøyet. De totale påslagene for hver kategori fremstilles som prosentsatser av det direkte estimatet. Prosentsatsene er ulike for de fire fasene i estimatet. Eksempelvis estimeres ikke-produktive timer å beløpe seg til 25,3 % av de direkte timene for gruppen ”Integration”. Det er altså de direkte timene som danner grunnlag for videre beregninger av totale timer og kostnader. I denne oppgaven vil kun de direkte timene på prosjektet analyseres.

Tabell 1: Utklipp av estimeringsverktøy, vektor plottes for å beregne timer for hver norm

MP-A		DIRECT WORK ONSHORE		
Description:		PREFAB FOR INTEGRATION		
SUM hours and weights / quantities are transferred to 'Summary Fabrication and Installation' sheet		Norm (Mhrs/tonne.)	Weight tonne	Hours
PIPING and VALVES		Complexity factor		
Cold Work		1		
Quality and Dimensions		Prefab.	Weight tonne	Hours
CARBON	up to and including 2"	626	0,268	167,77
Over 2" and	up to and including 4"	345		
Over 4" and	up to and including 6"	198	0,122	24,16
Over 6" and	up to and including 8"	122		

I oppgaven er det utarbeidet estimater ved bruk av det nye verktøyet. Dette er gjort ved å plote inn håndterte vekter fra avregningen av endelig målbudsjett for prosjektet. Rapporter Sluttrapporter fra prosjekter inneholder data om håndterte vektene ved endelig avregning av målbudsjett. Slike rapporter over vekt per norm er funnet i prosjektverktøyet Promineo Cost. For analysene er det de direkte timene på hvert nettverk som er interessant. Direkte timer for hver av de 4 kategoriene adderes opp for å gi det totale antall direkte timer på nettverket.

3 – Teori

3.1 – Estimering

Et estimat er en prediksjon av en fremtidig tilstand. Et estimat baseres på den tilgjengelige kunnskapen om hvordan prosjektet vil gjennomføres. Vi kan skille mellom tre hovedkategorier av estimater (Clark og Lorenzoni, 1985):

1. Screeningestimater
2. Budsjettestimater
3. Definitivt estimat / Detaljert estimat

Screeningestimater utarbeides allerede under evalueringsstadiet av et prosjekt. Et slikt estimat, som også kan ses på som et ”størrelsesordenestimater”, vil ofte være veldig grovt. Estimater er kun egnet for å gi en pekepinn på forventede kostnader som støtte til en beslutning om å gå videre med prosjektet eller ikke.

Dersom prosjektet godkjennes og sendes videre til planlegging vil det bli aktuelt å utføre et budsjettestimat. Estimater vil gjennomføres på bakgrunn av data fra planleggingsfasen. Selv om nøyaktigheten av estimater nå kan forventes å være større, er det fremdeles stor usikkerhet inne i bildet. Budsjettestimater vil ofte brukes som grunnlag for å allokere ressurser til prosjektet. Etter hvert som prosjektet blir planlagt mer i detalj, vil også grunnlaget for estimatene bli bedre. Et endelig estimat (definitivt estimat) vil kunne utarbeides etter at den detaljerte planleggingen av prosjektet er gjennomført. Dette estimater vil være nyttig til å bruke som et verktøy for kostnadskontroll gjennom prosjektlevetiden.

Disse tre estimatkategoriene kan videre deles inn i syntetiske og analytiske estimater. Screening og budsjettestimater er syntetiske estimater, mens detaljerte estimater kalles analytiske.

”Analytiske metoder søker å estimere forbruket av innsatsfaktorer ved å bryte det totale systemet ned i delsystemer og studere relasjoner mellom disse. (...) Syntetiske metoder søker å fastlegge kostnadene for et totalt system ut fra visse karakteristiske egenskaper ved systemet.”

Rolstadås, 2006

Mens de syntetiske estimatene baseres på data fra tidligere gjennomførte prosjekter og faktorestimater (Rolstadås, 2006) er analytiske estimater beregnet på bakgrunn av faktisk data fra prosjektplanlegging og beregnes ved hjelp av normer og rater for arbeidsoppgaver som inngår i prosjektet.

Estimatene som benyttes i denne oppgaven faller inn under kategorien detaljerte estimater. De er utarbeidet analytisk, ved at disiplinene analyserer sin påvirkning på prosjektet, og uttrykker dette arbeidet i størrelser som vekt, areal osv.

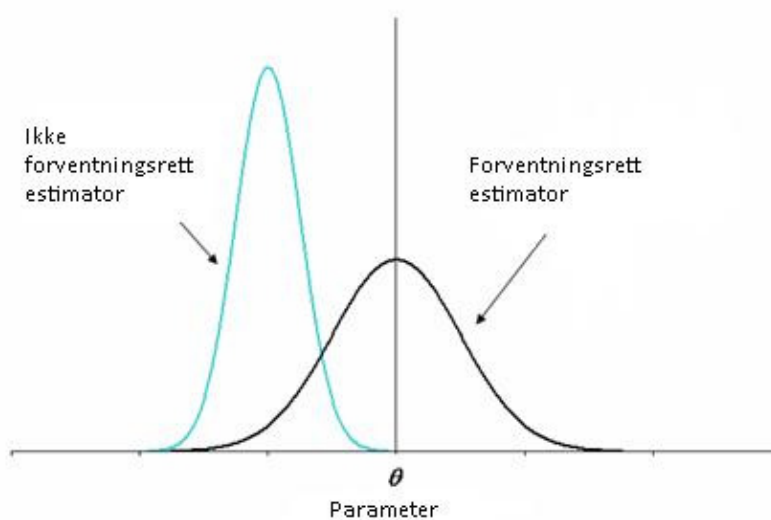
For at estimatet skal ha verdi som et verktøy for prosjektstyring, må det kontinuerlig revideres og tilpasses etter hvert som prosjektet skrider frem. Endringer i prosjektet, forsinkelser og lignende kan føre til avvik mellom estimatet og de faktiske forhold. For å holde kontroll på dette er det viktig å ha gode rutiner for endringsstyring i organisasjonen. AKSO har grundige rutiner for endringsstyring i prosjekter, disse presenteres nærmere i kapittel 5.3.

3.1.1 - Faktorestimat

Faktorestimat, som også kan også kalles kurveestimat, er mye brukt i estimering. Metoden baserer seg på data fra tidligere, lignende prosjekter. Prosjektets omfang beskrives av en eller flere enkle parametere, som kan sammenlignes med parametere fra tidligere prosjekter av lignende type. De enkleste faktorestimatene har kun en parameter. Eksempelvis kan et veldig grovt faktorestimat for konstruksjonskostnader av et gasskraftverk, være basert utelukkende på produksjonskapasitet (for eksempel i MWh) og data om kostnadene fra tidligere bygde kraftverk av lignende type. En linje kan så tilpasses dataene, for å estimere kostnad for kraftverk av andre størrelser. Et annet eksempel kan være kostnad i forhold til avstand, eksempelvis avstand fra en nødvendig ressurs, avstand fra land til plattform osv. Timeberegninger ved bruk av normer slik som det gjøres i denne oppgaven blir en form for faktorestimering. Den faste normen tilsier en lineær sammenheng mellom måleparameteren (mengde) og arbeidsomfanget.

3.2 - Hva er et forventningsrett estimat

Et forventningsrett estimat er et estimat der forventningsverdien av estimatet er lik den faktiske verdien av den estimerte parameteren (Walpole et al., 2007). Dette betyr ikke at et enkelttestimat forventes å treffe nøyaktig. Forventningsrette estimater vil over til ligge som en normalfordeling omkring den faktiske verdien. For nettverkene som er estimert i denne oppgaven vil det si at forventningen til estimatet av timene vil være likt med det faktisk forbrukte timeantallet. En kan tenke seg at dersom prosjektet kunne gjennomføres uendelig mange ganger, ville sannsynlighetsfordelingen av antall timer bli normalfordelt. Sannsynlighetsfordelingen til et forventningsrett estimat vil ligge som en normalfordeling omkring den estimerte parameteren.



Figur 6: Sannsynlighetsfordeling for forventningsrett og ikke forventningsrett estimat

Dersom estimatet ikke er forventningsrett vil sannsynlighetsfordelingen ligge skjevt fordelt til en av sidene (figur 6). Forventningsverdien til estimatet vil enten være lavere eller høyere enn den faktiske verdien av parameteren. Større grad av avvik fra et forventningsrett estimat vil gi større andel av under- eller overestimerte prosjekter.

For å sikre god allokering av ressurser, er det viktig for AKSO å kunne utarbeide estimater som er forventningsrette. Prosjekter med målbudsjett bør ha ekstra fokus på dette, både det normbaserte estimatet og endelig avregning av målbudsjett er basert på håndterte vekter.

3.2.1 - Underestimering

At et prosjekt er underestimert, vil si at estimatet er for lavt i forhold til den faktiske verdien. For timeestimer vil det bety at det estimerte tids og arbeidsbehovet er estimert til å være lavere enn det faktiske behovet. Underestimering kan tenkes å ha flere uheldige konsekvenser for AKSO, eksempelvis:

- For lav bemanning fører til overtidsarbeid og ekstra kostnader
- Målbudsjett basert på estimat ved prosjektstart vil være for lavt
- Kunden kan bli misfornøyd pga overskridelser i tid og kostnad for prosjektet
- Tidsoverskridelser offshore kan komme i konflikt med annet arbeid på plattformen

3.2.2 - Overestimering

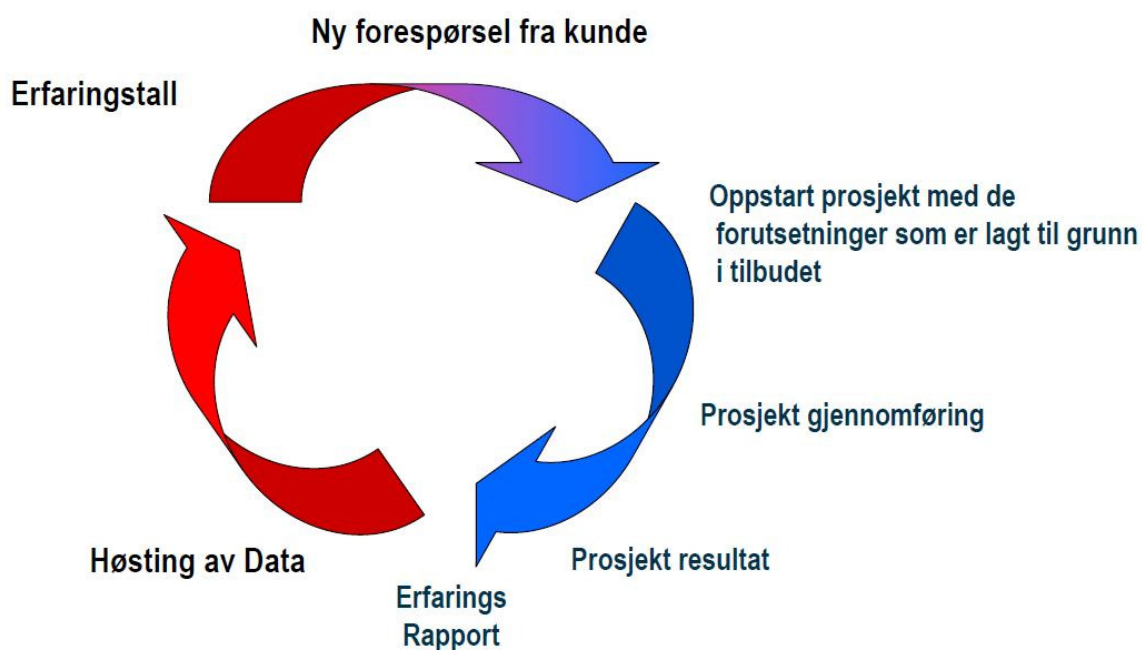
Et overestimat innebærer at estimatet er for høyt i forhold til faktisk verdi. For timeestimer vil det bety at det estimerte tid og arbeidsbehovet er høyere enn det faktiske behovet. Som underestimering, kan også overestimering tenkes å ha uheldige konsekvenser for AKSO, eksempelvis:

- For høy bemanning fører til ineffektiv og ikke-produktiv tid, spesielt offshore.
- Høye estimater kan gi høye tilbud til kunde, med påfølgende tap av kontrakt.
- Unødig allokering av ressurser hindrer oppstart og tilbud på andre prosjekter
- Misnøye fra kundens side, på grunn av usikkerhet rundt faktisk kostnad.

3.3 - Erfaringstall

I arbeidet med å utarbeide et godt estimat for timer og kostnader er gode vektestimater bare en del av oppskriften. Erfaringstall fra tidligere prosjekter må benyttes for å overføre de normbaserte estimatene til troverdige prosjektestimater (Lind, 2011). Erfaringstall beregnes på bakgrunn av erfaringer fra tidligere gjennomførte prosjekter. Denne kunnskapen er nøkkelen til å overføre de planlagte mengdene, til et konkret estimat for timer og kostnader knyttet til gjennomføring av det nye prosjektet.

For å samle erfaringsdata fra prosjekter, er det viktig med læring innad i organisasjonen. Organisasjonen lærer gjennom at individer i prosjekter videreformidler sin kunnskap og erfaring fra prosjektgjennomføring, og at organisasjonen tar til seg denne læringen til fremtidige oppdrag. Erfaringshjulet i figur 7 viser hvordan erfaringsdata samles og brukes for nye prosjekter. I forbindelse med erfaringstall vil dobbelkretslæring være viktig for AKSO. En slik type læring innebærer å stille spørsmål ved de bakenforliggende forutsetninger dersom resultatene over tid ikke er som ønsket (Jacobsen og Thorsvik, 2007). Kontraktsnormene er en slik bakenforliggende forutsetning som er aktuell for denne oppgaven



Figur 7: Erfaringshjulet (Lind, 2011)

Presise estimater er meget nyttig for å knytte troverdighet til timeestimer fra plan. Dette er viktig for å allokere ressurser innad i organisasjonen på en mest mulig effektiv måte. Gode erfaringstall er også meget viktig i arbeidet med å utarbeide tilbud på nye oppdrag. Troverdige, presise estimater, øker kvaliteten på tilbud og er dermed viktig for å sikre nye kontrakter. Gode estimater er i stor grad avhengig av gode erfaringstall. Det vil derfor være ønskelig å sikre seg mest mulig erfaring og læring fra fullførte prosjekter. For å få til dette må en ha dette i tankene gjennom hele prosjektets levetid.

Det er mange utfordringer knyttet til slik læring. En av de er endringshåndtering. For at erfaringstallene som hentes ut av prosjektet skal være av best mulig kvalitet, er det viktig med overensstemmelse mellom planlagt arbeid og faktisk utført arbeid. Ved bruk av avregning og

estimering basert på vekt er det viktig at kontrollen på faktisk håndtert vekt er god. Dersom tilleggsarbeid forekommer må dette reflekteres i føring av håndterte vekter i tillegg til timeføring (H. M. Moen, Personlig kommunikasjon, 27.3.2012).

Normbaserte estimater kan kun beregnes på bakgrunn av vekt og normer. Erfaringstall er nyttig for utarbeiding av estimat i samarbeid med plan. I tillegg vil erfaringstall kunne være viktig for AKSO i en forhandlingsposisjon foran ulike typer prosjekter, for å avgjøre hvilken avlønningsform som vil forventes å gi best fortjeneste.

4 - Kontraktsformer

4.1 - Fastpris

Fastpriskontrakter (Lump Sum Contract) er den mest grunnleggende formen for kontrakt. En avtale om hvilket arbeid som skal gjennomføres, samt en pris som skal betales for arbeidet avklares på forhånd. Denne kontraktsformen gir lite rom for endringer underveis i prosjektet. Arbeidet bør være svært godt kartlagt på forhånd. Eventuelle endringer kan bli kostbart for kontraktsgiver, da leverandør vil stå i en meget god forhandlingsposisjon. I en fastpriskontrakt vil hele den økonomiske risikoen falle på leverandøren. I oljesektoren er ofte prinsipalen (kontraktsgiver) bedre rustet til å bære risiko enn leverandøren. Fastpris gir leverandør ensidig insentiv om å gjøre unna arbeidet raskest mulig. Et slikt insentiv kan ha uheldige konsekvenser for kvaliteten på arbeidet. Det er derfor viktig å vurdere muligheten til kontroll av kvalitet dersom en fastpriskontrakt kan være aktuelt.

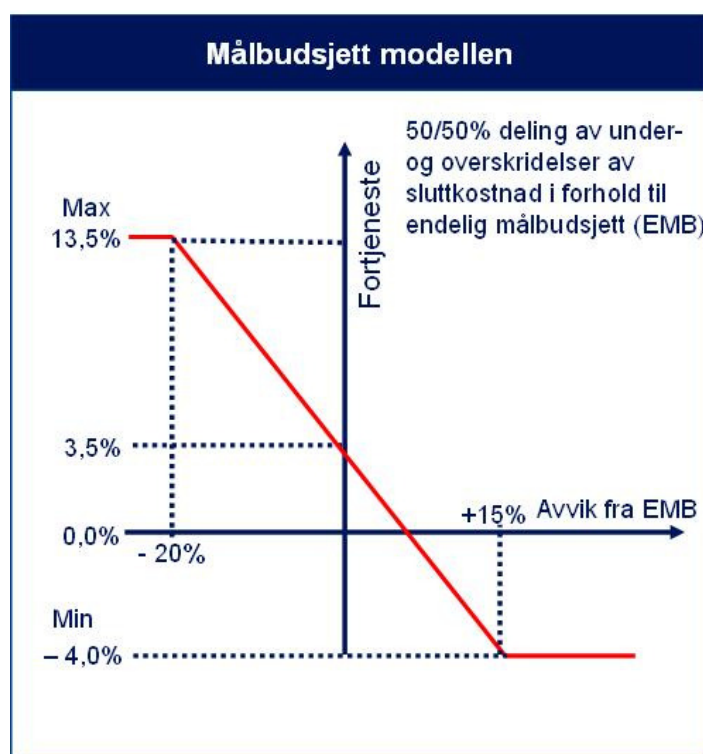
4.2 - Regningsarbeid

Kontrakter med regningsarbeid kalles også kostpluss kontrakter eller Cost-Reimbursable Contract (CRC). I slike kontrakter vil leverandør bli refundert for alle påløpte kostnader på et prosjekt. I tillegg får leverandør et tillegg for fortjeneste. I prosjekter med regningsarbeid i Tampen V&M har dette tillegget vært på 3,5 % (AKOP, 2004). CRC gir ikke leverandør noen insentiver for å fire på kvaliteten av leveransen, men CRC gir heller ingen insentiv for leverandør å redusere tid og kostnad ved prosjektet. Slike kontrakter kan dermed bli kostbare for kontraktsgiver, da de bærer hele den økonomiske risikoen. Regningsarbeid gir meget gode muligheter for å gjennomføre endringer i løpet av prosjektets levetid. Dette er ofte ønskelig i oljesektoren, fordi fullstendig kartlegging av nødvendig arbeid ofte er vanskelig eller umulig.

4.3 - Målbudsjett

Målbudsjett innebærer at eventuelt over- eller underskudd utover det avtalte målet deles mellom partene etter en forhåndsavtalt avregningsmetode. Figur 8 viser målbudsjettemodellen som er benyttet i Tampen V&M kontrakten. I motsetning til kostpluss kontrakter, gir dette insentiver for leverandør til å holde kostnadene nede. Dersom leverandør klarer å levere under

målbudsjettet vil de få en høyere fortjeneste. Statoil har signalisert en intensjon om at målbudsjett skal være hovedmodellen i fremtidige oppdrag for Aker Solutions (AKOP, 2004).



Figur 8: Målbudsjettmodellen for Tampen V&M kontrakten (AKOP, 2004)

I prosjekter med regningsarbeid i Tampen V&M får AKSO dekket utgifter, pluss en fortjenestemargin på 3,5 % (AKOP, 2004). Mens regningsarbeid i stor grad legger risikoen hos prinsipal eller kunden, fordeler målbudsjett risikoen mellom partene. Ved målbudsjettprosjekter i Tampen V&M får AKSO mulighet til å oppnå en høyere fortjenestemargin enn ved regningsarbeid, men samtidig vil de ved overskridelser risikere tap. Mulig fortjeneste og tap har i kontrakten et tak på henholdsvis 13,5 % og -4 % av projektkostnaden. Bakgrunnen for et slikt ”tak” er ulik risikoaversjon mellom partene. Statoil er en større aktør, med en større og mer differensiert prosjektportofolio. De er derfor i stand til å bære større risiko for overskridelser enn hva AKSO kan. Målbudsjettet gir AKSO insentiver til å oppnå rask og kostnadseffektiv gjennomføring av prosjektene. Dette gjør målbudsjett til en attraktiv avlønningsform for Statoil, fordi rask og effektiv gjennomføring også er i tråd med deres interesser. Det er viktig at et slikt insentiv har en motvekt slik at leverandøren, i dette tilfelle AKSO, ikke er fristet til å la kostnadsbesparelser gå ut over andre ting som kvalitet eller HMS. Oljebransjen er i stor grad preget av integrering og tillitt. Fortjenesten på

enkeltprosjekter i MMO er også relativt beskjeden, og trusselen om tap av omdømme vil trolig være nok til å hindre AKSO i gjøre forhastede og uoptimale løsninger.

Kompensasjon i henhold til målbudsjett beregnes på følgende måte (AKOP, 2004):

- *Etablerer MB ved oppstart av oppdraget*
- *Får betalt for påløpte timer underveis*
- *Endelig MB beregnes etter avslutning av oppdraget*
- *Forskjellen mellom EMB og forbrukt tid bestemmer fortjenesten iht. figuren.*

I prosjekter med denne avlønningsformen er det ønskelig for AKSO at de normbaserte estimatene er forventningsrette. Målbudsjettet etableres ved oppstart av oppdraget, basert på vekter fra MEL og MTO ved prosjektstart. Endelig målbudsjett avregnes basert på håndterte vekter, og veies mot faktisk påløpte kostnader (ekskl. materiell) som er registrert på oppdraget. (Kontraktshåndboken, 2009)

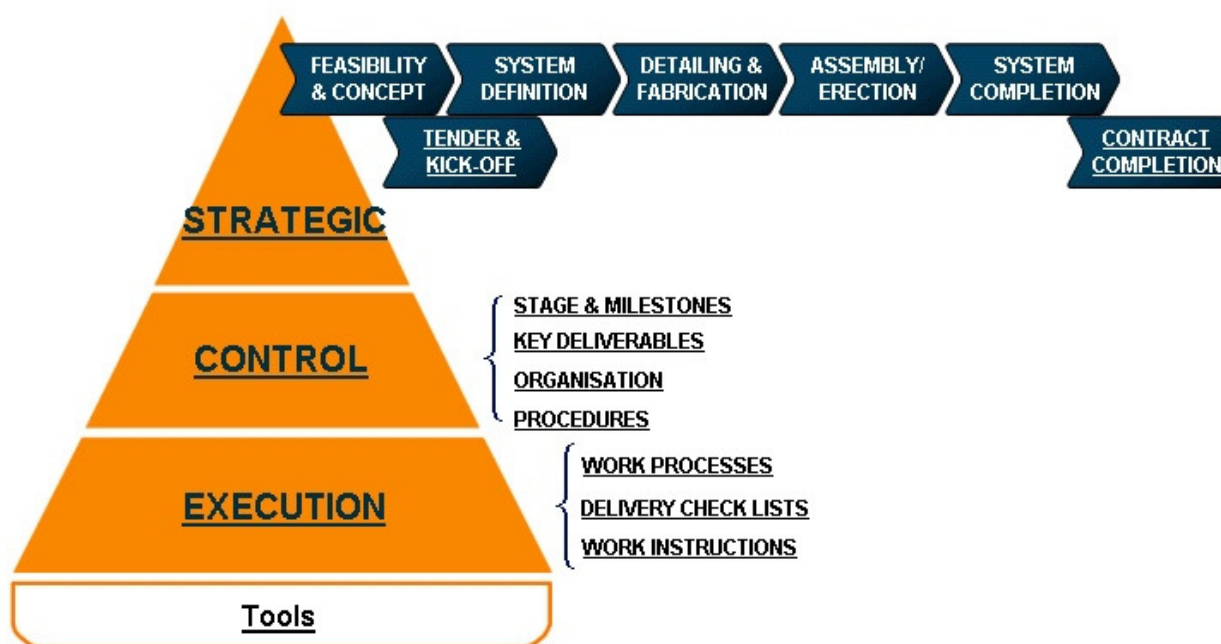
God endringsstyring underveis i prosjektet er viktig, både for å unngå overskridelser, og for å ha et best mulig grunnlag til beregning av endelig målbudsjett. Målbudsjettet avregnes etter håndterte vekter, og kontroll på alle endringer innenfor scope som har resultert i økt mengde av håndterte vekter er derfor meget viktig.

5 - Praksis i Aker Solutions

Dette kapittelet omhandler praksis for estimering, prosjekt- og endringsstyring i Aker Solutions MMO AS. Dataene i analysen kommer fra tidligere gjennomførte prosjekter hos AKSO. Kapittelet ønsker å klargjøre bakgrunnen for prosjektene dataene kommer fra.

5.1 - PEM – Project Execution Model

Aker Solutions AS gjennomfører sine prosjekter ved bruk av egenutviklet prosjektstyringmodell kalt PEM (Project Execution Model). Modellen beskriver gjennomføringen av et prosjekt ved hjelp av milepæler, leveranser og prosedyrer som skal gjennomføres i ulike deler av prosjektet (AKSO, 2012b). Fullføring av timeestimatet er en av prosedyrene i PEM.



Figur 9: PEM – Aker Solutions egen prosjektmodell (AKSO, 2011a)

Modellen er utarbeidet av Aker Solutions basert på mange års erfaring fra olje og gass-industrien, spesielt de siste års erfaringer med EPCI-kontrakter. PEM brukes i alle Aker Solutions prosjekter, på tvers av land, avdelinger og prosjekttyper. Dette gir et meget godt grunnlag for kontinuerlig forbedring av modellen.

PEM Objective:

”To improve project execution performance and secure predictability of operations through the use of a standard and transparent project execution methodology based upon sound operational practises in combination with early identification and continuous monitoring of project risk exposures.”

[AKSO, 2012b]

En standardisert prosjektmodell som PEM gir flere fordeler for organisasjonen:

- Kontinuerlig forbedring.

Ved prosjektavslutning av vurderes modellens effekt på prosjektet, mulige forbedringer eller tilpasninger av modellen kan identifiseres. På denne måten gir alle prosjekter input til mulige forbedringer eller tilpasninger av PEM.

- Økt forutsigbarhet.

Både internt i organisasjonen og ovenfor kunde, vil en enhetlig prosjektmodell gi økt forutsigbarhet og økt tillitt til prosjektprosessen.

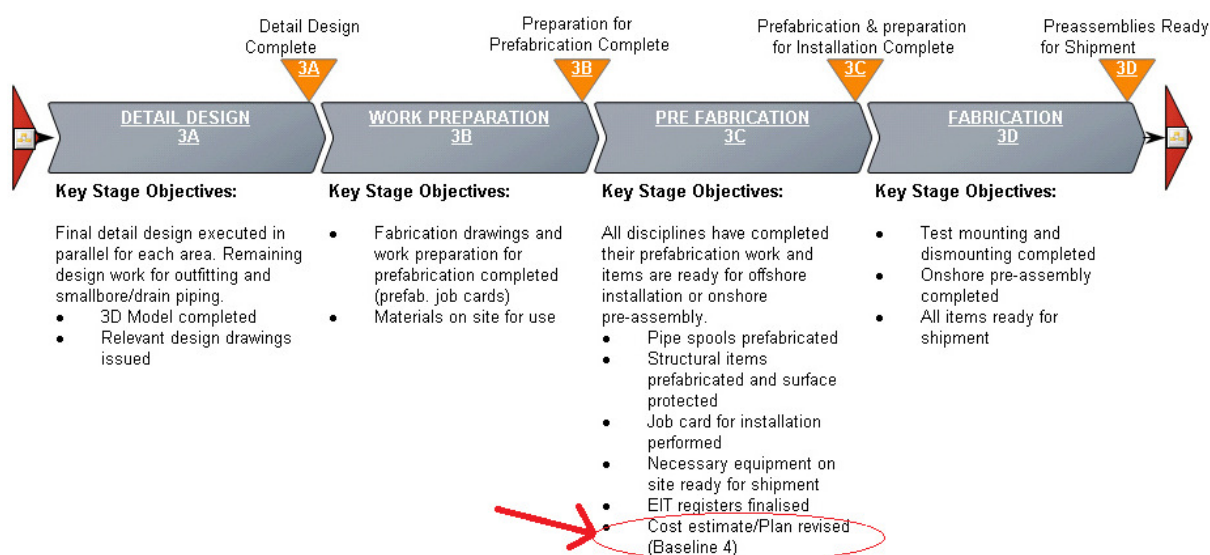
- Kunnskapsoverføring

En enhetlig modell, praktisert over alle deler av organisasjonen, sikrer et godt grunnlag for kunnskapsoverføring på tvers av landgrenser, forretningsenheter og avdelinger.

Standardisert av denne typen bringer også med seg ulemper. Organisasjonen mister noe av fleksibiliteten, og raske endringer kan bli vanskelig å respondere på, da prosjektet er bundet opp i strenge rutiner for hvordan hendelser skal håndteres. Dette er en kjent svakhet hos større organisasjoner hvor standardisering er utbredt.

Modellen er delt inn i tre nivåer, strategisk, kontroll og gjennomføring (Figur 9). På strategisk nivå er det grove beskrivelser av faser og milepæler. Kontrollfasen er mer detaljert. Her skal nøkkelaktiviteter og milepælplaner, for både prosjektgjennomføring, prosjektkontroll og innkjøp klarlegges og beskrives. Prosedyrer for arbeidet er også utarbeidet og beskrevet. En grundigere beskrivelse av fasene og hva som er nødvendig for å nå de satte milepæler er også

viktig. På gjennomføringsnivå skal det utarbeides klare beskrivelser av arbeidsinstruksjoner, sjekklister, aktivitetsplaner med mer. Alt har sin standard for gjennomføring og levering.

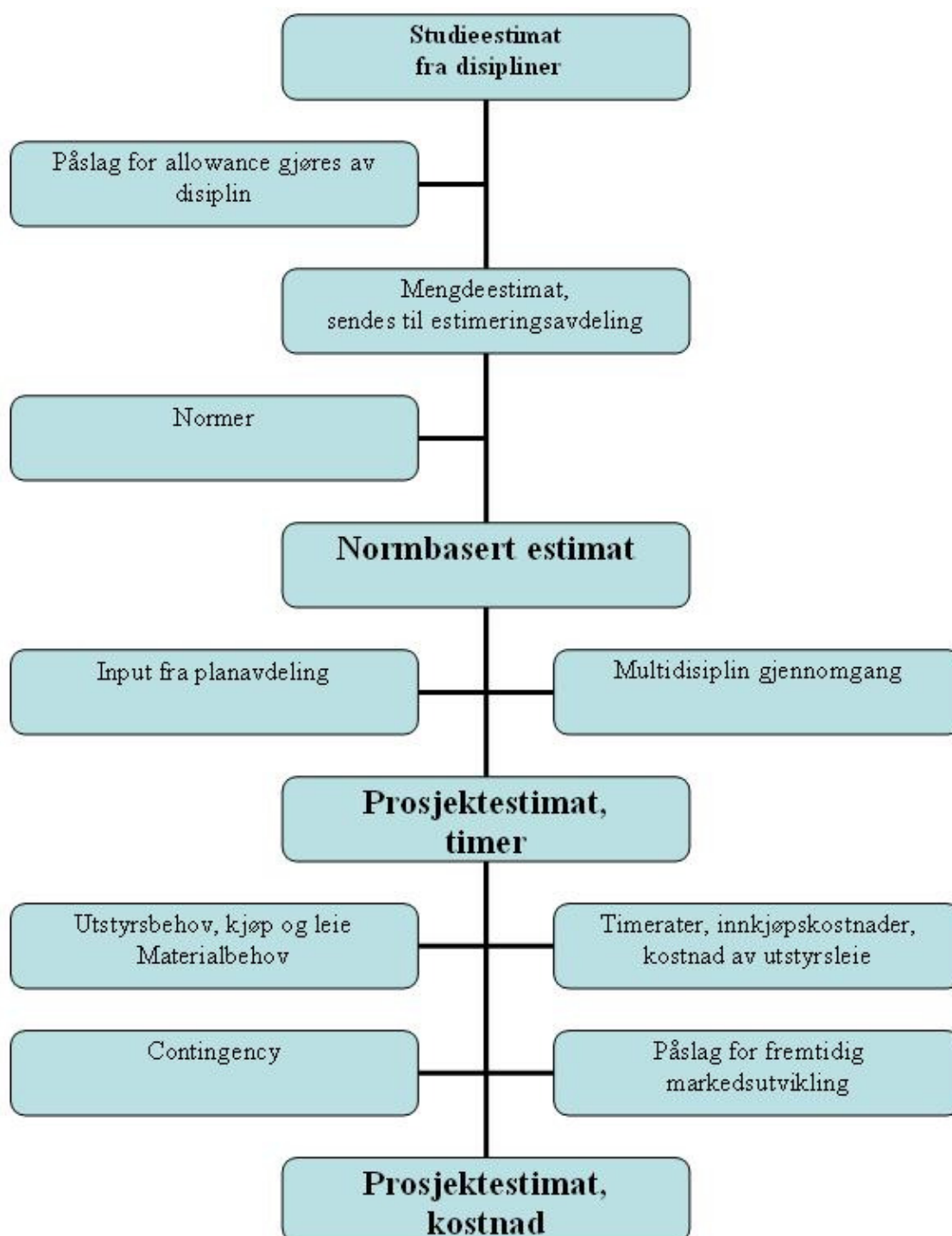


Figur 10: Utdrag fra PEM, kontrollnivå fase 3 "Detailing and fabrication" (AKSO, 2011b)

Figur 10 viser et utdrag fra kontrollnivå i PEM. Detaljerte planer og sjekklister for hva som skal gjennomføres og leveres til hver fase er beskrevet i modellen. Siste mål for å nå milepæl 3C er "Cost estimate/plan revised (baseline 4)". Ved dette sjekkpunktet vil verktøyet som testes i denne oppgaven brukes for å estimere tid for prosjektet, basert på vektene fra disiplinene (AKSO, 2011a).

5.2 - Estimering i Tampen V&M

For alle prosjekter i Tampen V&M er det blitt utarbeidet to ulike estimater. Estimatet som analyseres i denne oppgaven baseres utelukkende på håndterte vekter og kontraktsnormer. I tillegg til dette utarbeides også et annet estimat, kalt prosjektestimater. Figur 11 gir en forenklet fremstilling av sammenhengen mellom disse.



Figur 11: Forenklet sammenheng mellom de to estimatene

Det normbaserte estimatet er viktig da det forteller hvordan målbudsjettet vil avregnes, dette er målet som må nås for at AKSO skal oppnå profitt. I tillegg til dette utarbeides et prosjekttestimat som vil brukes i prosjektgjennomføringen. Dette gjøres i samarbeid mellom estimering, plan, innkjøp og spesialister fra ulike disipliner. Det er ønskelig at begge estimater er forventningsrette.

Prosjekttestimatet er mer detaljert enn det normbaserte estimatet, og får også en multidisiplin gjennomgang for å være mest mulig korrekt for det gjeldende prosjektet. For prosjekttestimatet vil det utarbeides både tidsestimat og et kostnadsestimat. Mens det normbaserte estimatet ligger til grunn for avregningen av målbudsjett, vil prosjekttestimatet benyttes mer aktivt i prosjektgjennomføringen.

De to estimatene vil sjelden være like, men det er allikevel ønskelig at begge er forventningsrette. Prosjekttestimatet vil forventes å være mest nøyaktig for enkeltprosjekter, og ha lavere variasjon. Forventningsretthet handler om at estimatene korrekte over tid. Dette betyr at til tross for at estimatene er ulike for enkelte prosjekter, kan de allikevel begge være forventningsrette.

Denne oppgaven ser på de normbaserte estimatene for prosjektene. Både normbasert estimat og prosjekttestimatet er viktig for AKSO, av den grunn vil begge bli presentert i denne delen av oppgaven.

5.2.1 - Normbasert estimat

De normbaserte estimatene det fokuseres på i denne oppgaven er først utarbeidet i PEM fase 3C – Detailing and fabrication. Her er disiplinene ferdige med å beregne sin påvirkning på prosjektet. Estimater kan revideres underveis i prosjektet dersom endringer forekommer.

Estimeringsmetoden for normbaserte estimater brukt i Tampen V&M baserer seg på såkalt analytisk metode (Whittaker, 1995). Disiplinens påvirkning på prosjektet beregnes basert på den tilgjengelige informasjonen i form av skisser, planer osv. Hver disiplin leverer en materialliste, MTO (Material take-off list) og MEL (Master Equipment List) til estimeringsavdelingen. I denne listen uttrykkes disiplinens arbeid i form av enkle størrelser, slik som vekt, areal eller lignende. En instruks for hvordan disiplinene skal beregne sitt bidrag

er gitt internt i organisasjonen. For kontrakten Tampen V&M gjelder instruksen ”Tampen A025-2-01-TO”.

En representant for disiplinen fyller inn et vektestimeringsskjema, MTO, i Excel. Modellen inneholder også et forventet påslag, også kjent som allowance. Denne er normalt på 10-30%, avhengig av graden av usikkerhet knyttet til informasjonen de har tilgjengelig. Allowance er ment å omfatte både usikkerhet rundt vektinformasjonen, samt faktorer en vet vil være med, men er vanskelige å estimere nøyaktig. Kunden har i kontrakten avgjort hvor høy allowance som skal benyttes. I dokumentet TR1244, som er en del av Statoils styrende dokumenter som gjelder for kontrakten, er det definert hvordan vektbaserte estimater skal utarbeides og hvor stort påslag for allowance skal være (Figur 12). Størrelsen varierer for ulike disipliner og ulike klasser av estimater. Estimatklassene sier noe om nøyaktigheten av estimatet. Påslaget for allowance og forklaring på de ulike estimeringsklassene er beskrevet i dokumentet (StatoilHydro, 2009).

Discipline	Allowance (%)		
	Class B	Class C	Class D
Equipment	20	15	10
Architectural	40	30	20
Electrical	50	40	30
HVAC	40	30	20
Instrument ex valves	50	40	30
Instrument valves	30	20	15
Piping ex valves	40	30	20
Piping valves	30	20	15
Safety	40	30	20
Structural	40	30	25

Figur 12: Påslag for allowance for ulike disipliner og estimatklasser, fra TR1244 (StatoilHydro, 2009)

For enkelt elementer vil det også komme tilleggsarbeid utover installasjonen av vekt. Et eksempel på dette er dokumentasjonskravet til enkelte elementer som tilfører arbeid utover installasjon av vekt. Normalt vil dette føres inn i vektestimateret fra disiplinen som angitt i instruksen Tampen A025-2-01-TO.

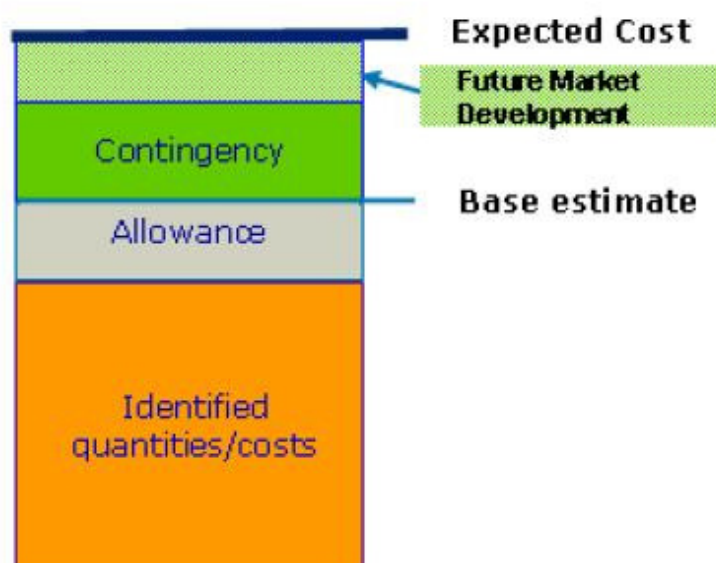
Når de enkelte disipliner har fullført sine vektestimater, oversendes disse den sentrale estimeringsavdelingen. Her vil vektestimaterne kontrolleres og brukes til utarbeiding av det normbaserte estimatet. Dette gjøres ved at de rapporterte vektene kombineres med kontraktsfestede normer for å gi et tilhørende timeantall. Vektene fra disiplinene vil også benyttes som input til prosjektestimateret.

I denne oppgaven blir to normbaserte estimater benyttet. De samme vektene ligger til grunn for begge, men normene er forskjellige. Det opprinnelige estimatet er gjort i Promineo Cost med kontraktsnormene som var gjeldende for Tampen V&M. Det nye estimatet er gjort i et Excel-verktøy som bygger på normene fra kontrakten BP V&M. En beskrivelse av dette verktøyet er gitt i kapittel 2.3.

De normbaserte estimatene som analyseres i denne oppgaven baserer utelukkende på håndterte vekter og tilhørende kontraktsnormer. Kontraktsnormene vil kunne bli justert underveis i en kontrakt. I kontrakten Tampen V&M var en slik justering tidsfestet ved at de opprinnelige normene var satt til å gjelde fram til og med 31.12.2002. En slik tidsfestet normjustering kan brukes som forbedringsmål, eller de kan justeres på bakgrunn av erfaring fra arbeidet som er utført frem til normjusteringen (Statoil og Aker Offshore Partner, 2002). Detaljer om hvordan en eventuell normjustering vil foregå er spesifisert i kontrakten. Det ble gjennomført flere normjusteringer i løpet av Tampen V&M kontrakten.

5.2.2 - Prosjektestimat

I tillegg til det normbaserte estimatet som sees på i denne oppgaven, utarbeides også et annet estimat i samarbeid med planleggingsavdelingen. Her estimeres de forventede brukte timer og kostnader for prosjektet eller nettverket. Kostnadsestimatet gjøres på bakgrunn av timeestimatet. Timeantallet for ulike disipliner adderes med tilhørende satser for å finne lønnskostnadene for prosjektet. De indirekte timene må selvsagt også regnes med i dette estimatet. Totale timekostnader adderes så med kostnad for innkjøp og leie av eventuelt utstyr og materialer, for å gi et baseestimat. Baseestimatet inkluderer allowance, som ble lagt til ved beregning av vekter.



Figur 13: Oppbygning av kostnadsestimat (StatoilHydro, 2009)

Figur 13 viser oppbygningen av et estimat opp til forventede kostnader for prosjektet. I tillegg til forventet påslag (allowance), vil kostnadsestimatet også gis et uspesifisert påslag kjent som contingency. Dette påslaget skal dekke forskjellen mellom baseestimatet og faktiske kostnader. Contingency skal dekke hendelser som ikke er kjente, men er statistisk forventet at vil komme. Contingency beregnes ofte ved et prosentvis påslag av estimerte verdier. Denne prosentsatsen bestemmes gjerne på bakgrunn av kunnskap fra tidligere, sammenlignbare, prosjekter og er bestemt i kontrakten. Det er viktig å påpeke at contingency ikke er tenkt til å dekke endringer i prosjektets scope. Tillegg utover fastsatt scope må godkjennes og sendes gjennom systemet for endringshåndtering. Estimaten må så justeres iht. gjeldene scope etter endringen.

Analysen i denne oppgaven ser på det normbaserte estimatet. Dette er ikke det detaljerte estimatet som brukes i gjennomføringen av prosjektet, men estimatet som er brukt til avregning av endelig målbudsjett. Estimaten som brukes i gjennomføringen av prosjektet, utarbeides i samarbeid med plan, og er mer detaljert enn det normbaserte estimatet. Spesielt gjelder dette vurderingen av vektløse timer, dvs. arbeids som må gjøres, men ikke tilfører eller fjerner noen vekt på plattformen. Det normbaserte estimatet ønskes allikevel å være så korrekt som mulig, da det er dette som brukes til faktisk avregning av målbudsjett, og er dermed avgjørende i om AKSO vil ha fortjeneste av prosjektet.

5.3 - Endringsstyring

I denne oppgaven er det benyttet vektorer fra endelig avregning av målbudsjett. Oppgaven gjør antakelse om at alle endringer som er forekommet innenfor nettverkets scope er loggført og at vektoren er registrert og medregnet i den endelige avregningen. Denne antakelsen forutsetter at endringsstyringen er gjennomført på korrekt måte. Korrekt håndtering av endringer er meget viktig for estimatets validitet og prosessen for endringsstyring er derfor beskrevet i det følgende. Figur 14 viser en oversikt over ansvarsområder ved endringshåndtering.

Endringsstyring er essensielt for å ha kontroll på prosjektets fremdrift. God endringsstyring er viktig blant annet for å opprettholde en god plan, for å sikre forutsigbarhet og redusere forsinkelser. God forutsigbarhet og kontroll på prosessene i et prosjekt er også viktig for å bygge tillitt hos kunden. Kontroll på endringer i prosjekter forenkler også arbeidet med læring innad i organisasjonen til fremtidige prosjekter.

Endringer kan generelt deles i tre kategorier (Gardiner, 2005):

- Endringer som oppstår fra prosjektteamet
- Kundeinitierte endringer
- Endringer pga eksterne faktorer

De største endringene fra internt i prosjektteamet vil være planendringer fra prosjektledelsen. Disse endringene kan for eksempel komme som følge av endringer i prosjektteamet, ny teknologi eller lignende. Interne endringer kan også være veldig små, men hyppige. Enkelte prosjektmedlemmer kan tenkes å avvike fra satt standard i sitt arbeid, for eksempel under installasjon av en komponent. På denne måten kan det ferdige resultatet ”krype” litt vekk fra den opprinnelige planen (Gardiner, 2005). Slike små endringer vil ofte være vanskelig å holde kontroll på, men kan ha betydelig påvirkning på det endelige resultatet, også på læringsverdien organisasjonen vil få ut av prosjektet.

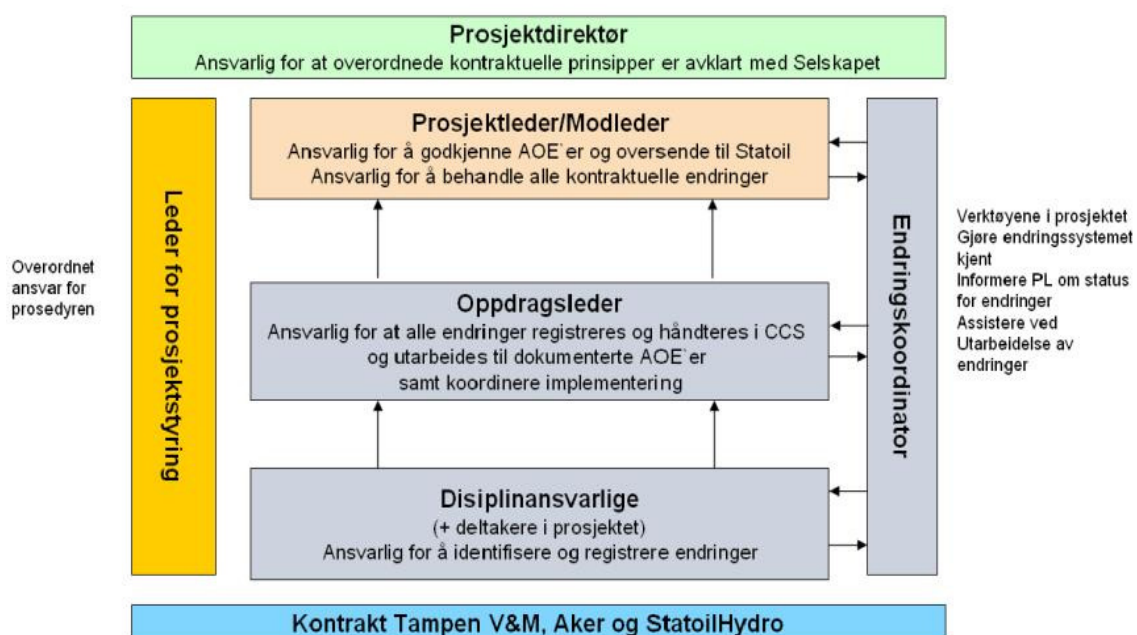
Kundeinitierte endringer er også relativt hyppige. Kunden kan gjøre endringer i oppdraget underveis. En slik endring kan påvirke både tid og omfang av prosjektet. Denne typen større endringer er ofte lett å spore og organisasjonen har en god prosedyre for håndtering av slike endringer.

*”Selskapet har rett til å gi pålegg om slike Endringer av Arbeidet som etter Selskapets Oppfatning er ønskelige
Endringer av Arbeidet kan angå økning eller reduksjon i omfang, eller endring av karakter, kvalitet, art eller utførelse av Arbeidet eller noen del av dette (...)”*
(Art. 12.1 Statoil V&M kontrakt)

Endringer fra eksterne faktorer, er endringer utenfor både kunde og leverandørs kontroll. Dette kan være ting som offentlige reguleringer, tilgjengelighet av arbeidskraft og materialer eller lignende (Gardiner, 2005).

Endringer kan som oftest kategoriseres basert på følgende fire faktorer (PMI, 2012):

- Korrektive tiltak
- Preventive tiltak
- Utbedring av defekt
- Oppdateringer i prosjektplan eller scope

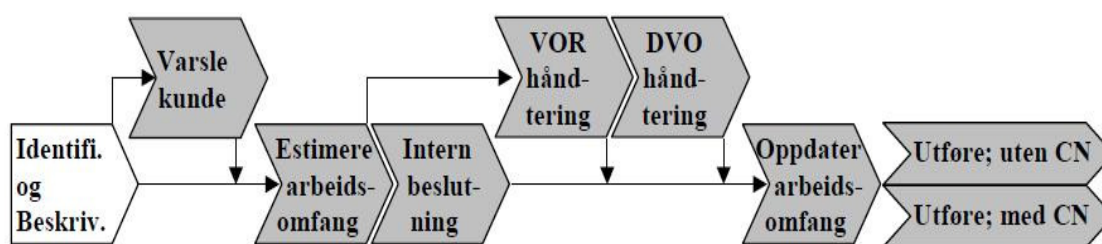


Figur 14: Struktur for endringshåndtering, Tampen V&M (Petersen,2011)

En endring kan også komme fra leverandør. Dette kan være en endring i plan internt eller et ønske om endring som kan godkjennes av oppdragsgiver. Det er viktig å skille mellom faktiske endringer, og endringer som fremdeles er innenfor opprinnelig scope. For å hindre forvirring om bakgrunn for endringer er det ved prosjektstart viktig å få tydelig definert og avgrenset omfanget av arbeidet og få klarhet i eventuelle forbehold. Et godt arbeid med slik

klargjøring ved prosjektstart gjør det lettere å avgjøre om endringer ligger utenfor opprinnelig scope.

For å iverksette en endring i et prosjekt i Aker Solutions brukes prosedyren P004. Prosessen begynner så snart en endring er identifisert (Figur 15). Arbeidet begynner med å utarbeide et endringsforslag. En intern vurdering blir gjort for å avgjøre hvorvidt endringen er nødvendig å gjennomføre. Dersom endringen blir ansett som nødvendig vil vurderingen gå videre på om endringen er kontraktuell eller ikke.



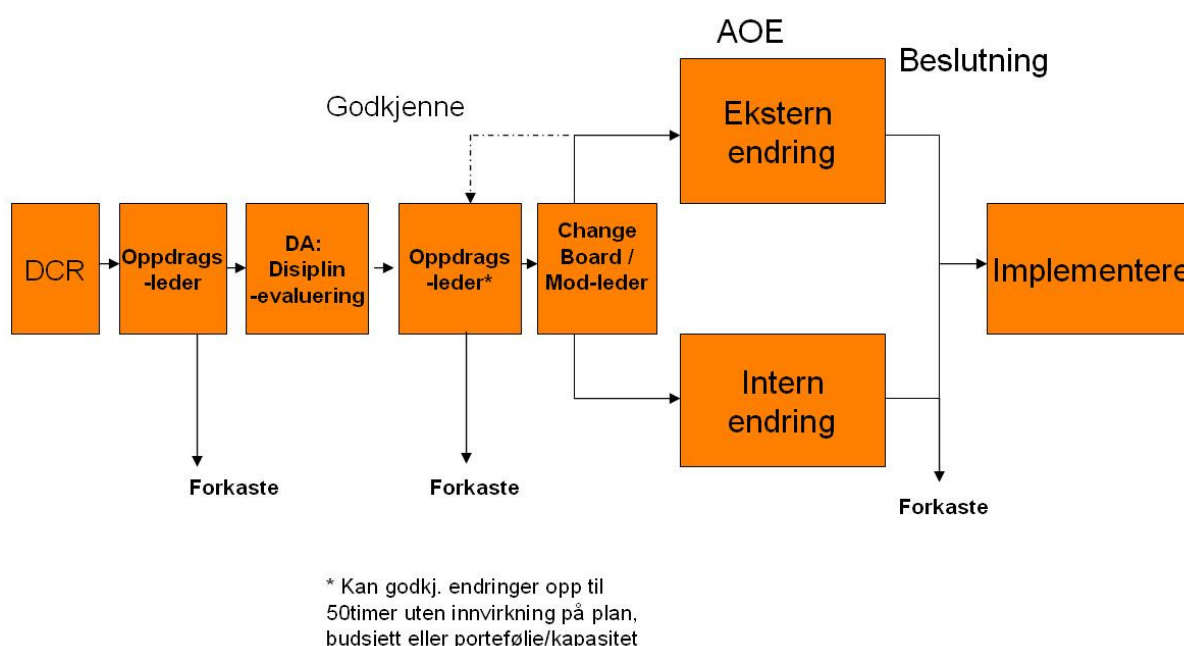
Figur 15: Utdrag av prosess for endringshåndtering P004 (AKSO, 2007)

Ved en kontraktuell endring, vil kunden varsles om en mulig endring som er identifisert og beskrivelsen av denne. Arbeid gjøres så internt hos AKSO for å estimere omfanget og påvirkningen av denne endringen, før en eventuell anmodning om endring (AOE) sendes kunden for godkjenning. En nødvendig endring som ansees og være intern og innenfor scope vil implementeres direkte.

Dersom endringen blir ansett å være eksternt, eller utenfor opprinnelig scope, vil en AOE sendes til kunde. Kunden vil vurdere gyldigheten og behovet for endringen. Dersom endringen godkjennes av kunde utstedes en variasjonsordre (VO) og endringen settes til verks. I de tilfeller der kunden er uenig i endringen utstedes isteden en omtvistet variasjonsordre, DVO (Disputed variation order). Kunden kan da være uenig i en eller flere faktorer (AKSO 2008):

- At endringen er nødvendig
- At endringen er kontraktsmessig
- Foreslått kompensasjon for endringen.

I situasjoner der en DVO blir utstedt av kunde kan det allikevel være nødvendig å gjennomføre endringen. Saken oversendes til en ekstern ekspert, som vil vurdere om leverandør eller kunde har rett i sitt krav (AKSO, 2007). Dersom ekspertene er uenig med kunde, altså at endringen burde godkjennes, vil DVO behandles som en ordinær VO. Dersom ekspertene er enig med kunde vil endringen måtte vurderes internt hos AKSO. En nødvendig endring vil allikevel måtte iverksettes umiddelbart. Dette til tross for eventuelle uenigheter knyttet til kompensasjon eller påvirkning på fremdrift av prosjektet. Kontraktøren er pliktet til å ha tilgjengelig kapasitet til en rimelig mengde endringer. Denne plikten om å gjennomføre endringer, før avklaring av kompensasjon er endelig, er kjent som ”hoppeplikt” og er en viktig mekanisme i norske innkjøpskontrakter (Osmundsen, 1999). Hoppeplikten hindrer at kontraktør blir stående i en uforholdsmessig sterk posisjon når behov for endringer oppstår.



Figur 16: Prosess for godkjenning av endringer (Petersen, 2011)

Når en variasjonsordre utstedes må estimatene for tids og kostnadsbruk oppdateres for å reflektere nytt scope. Det nye estimatet vil da være det opprinnelige estimatet, samt et påslag eller fratrukk for de endringer som er godkjent.

Estimatene brukt i denne oppgaven baserer seg på mengdene brukt til avregning av endelig målbudsjett (EMB). EMB avregnes på bakgrunn av faktisk håndterte mengder ved

prosjektavslutning. Eventuelle endringer som kommer inn under målbudsjettet vil derfor være inkludert i disse mengdene. Mengdene brukt til utarbeidelse av nye estimater er funnet i Promineo Cost.

Endelig målbudsjett har en direkte sammenheng med de håndterte vektene i prosjektet. Det er derfor av stor betydning at alle endringer, små som store, registreres på korrekt måte. Ekstra arbeid under installasjonen kan for eksempel oppstå ved at andre komponenter må flyttes for å komme til i arbeidet. Det er viktig at dette ekstra arbeidet reflekteres i de håndterte vektene, ikke bare i timeføringen. Erfaring tilsier at dette ofte slurves med i praksis. Avregningen i målbudsjettet baseres på alle håndterte vekter og mengder, ikke bare det som direkte inngår i prosjektet. Alt eventuelt tilleggsarbeid som må gjennomføres for å utføre arbeidsoppgavene i prosjektet skal også regnes med.

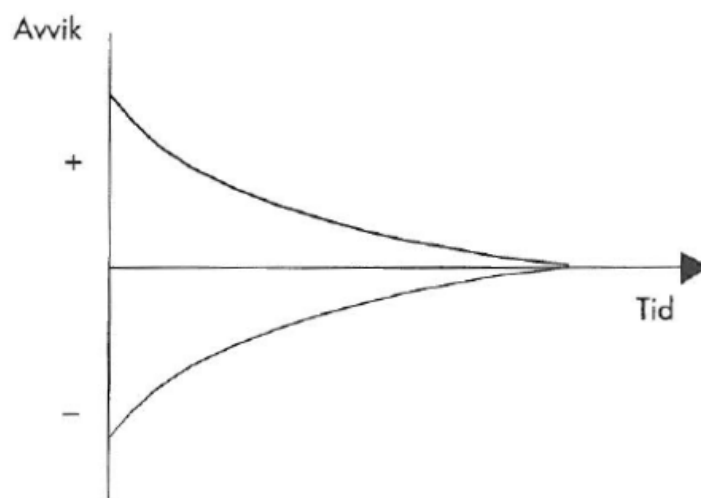
Proessen for endringshåndtering P004 er brukt i Tampen V&M (AKSO, 2007). En endring vil ikke nødvendigvis bety en endring i målbudsjettet. Mange endringer vil være vanskelig å estimere, eller uegnet å avregne på bakgrunn av håndterte vekter. Det er erfart at mange endringer i Tampen V&M er holdt utenfor målbudsjettet og regnet som regningsarbeid eller fastpris på siden av opprinnelig scope. Disse endringene vil derfor ikke påvirke det endelige målbudsjettet og vektene som er benyttet i analysene i denne oppgaven. Korrekt håndtering av endringer er av stor betydning, både for å sikre forventningsrette estimater og for å sikre utbytte av prosjektet for AKSO.

6 – Usikkerhet

Kapitlet tar for seg et utvalg av mulige usikkerhetsfaktorer omkring estimatene og estimeringsmetoden. Kvantitative analyser av usikkerhetenes påvirkning faller utenfor oppgavens omfang. Et estimat vil aldri være helt nøyaktig og det er viktig å ha forståelse for usikkerhetene knyttet til estimatet. En del overskridelser vil være statistisk forventet og prosjekttestimatet vil inneholde contingency for å dekke disse.

6.1 – Svakheter ved estimeringsmetoden

Alle prosjekter inneholder en grad av usikkerhet, denne usikkerheten kan påvirke prosjektet på flere måter. Ved oppstart av et prosjekt er usikkerheten høy og en vil forvente at uforutsette hendelser vil inntreffe og ha påvirkning på prosjektets gjennomføring. Etter hver som prosjektet skrider frem vil usikkerheten avta, i takt med økt kunnskap om arbeidet i prosjektet.



Figur 17: Usikkerheten reduseres over tid (Karlsen og Gottschalk, 2008 s.333)

Vedlikehold og modifikasjonsarbeider foregår ofte på plattformer som er i full drift og produksjon. Av den grunn kan det være vanskelig å gjennomføre oppdraget uten påvirkning fra andre arbeider. Forsinkelser og utsettelse på grunn av annet arbeid på plattformen er derfor vanlig.

6.1.1 - Vektkontroll

En kjent feilkilde i nettverkene er kontrollen over håndterte vekter i prosjektet. Ofte vil ekstra, uforutsett, arbeid være nødvendig for å utføre arbeidet som skal gjøres. Eksempelvis kan bytte av et rør medføre at andre rør eller installasjoner må fjernes for å komme til, for så å settes tilbake på plass. Dette ekstra arbeidet vil også være med i den håndterte vekten for prosjektet, men arbeidet med føring av dette blir ofte slurvet med. Det er særdeles viktig at slikt ekstraarbeid ikke bare registreres på timelister, men at den tilhørende vekten føres på korrekt måte. Dersom dette ikke gjøres vil vekten ikke registreres i EMB og sluttsammen AKSO mottar for arbeidet vil bli lavere.

Denne feilen er kjent å forekomme hyppig. Et stort antall prosjekter der AKSO er involvert har tidligere, og er fremdeles, gjort ved regningsarbeid (kost-pluss). I slike oppdrag er registrering av vekt uten betydning og blir ikke tatt hensyn til. Det er viktig at offshorearbeidere blir gjort oppmerksom på viktigheten av slik vektkontroll i målbudsjettprosjekter.

Tilleggsarbeid kan også dukke opp underveis i prosjektet, for eksempel at behov for ytterligere arbeid eller utbedringer viser seg under prosjektgjennomføringen. Slike utbedringer vil da ikke falle inn under prosjektets omfang om må tas med gjennom endringsordre eller som separat oppdrag.

6.1.2 - Store versus små prosjekter

På bakgrunn av samtaler med ansatte ved Aker Solutions har det blitt stilt spørsmål ved om bruken av estimeringsverktøyet er en god måte å estimere tidsbruk i alle typer prosjekter. Små prosjekter kan lide av store relative overskridelse som følge av veldig små hendelser. Estimeringsmetoden brukt i verktøyet er heller ikke veldig nøyaktig, og det er derfor grunn til å stille spørsmål ved om metoden er egnet for små prosjekter. Enkelthendelser eller mindre problemer ved arbeidet vil ikke ha betydelig påvirkning i større prosjekter, men kan gi store relative avvik, i den ene eller andre retning ved små prosjekter.

Bruk av normbaserte estimater har også en svakhet, ved at administrasjonsbehovet ikke skalerer lineært. Små prosjekter vil kreve mye administrasjon i forhold til prosjektets størrelse sammenlignet med større prosjekter.

Datamengden er for liten til å gi noen klare svar på om denne mistanken er korrekt. Det påpekes allikevel at estimering av timer basert på håndtert vekt er en relativt unøyaktig metode. Enkeltprosjekter kan ikke forventes å være korrekt, men ønsket er å ha forventningsrette estimater over tid.

6.1.3 – Endringer under kontraktstiden

Kontraktsnormene har flere ganger blitt endret i løpet av tiden Tampen V&M kontrakten var gjeldende. Denne oppgaven ser på endelig håndterte vekter og tilhørende normer ved prosjektslutt og sammenligner med estimat utført med normer fra nytt verktøy. Eventuelle forskjeller i normer mellom enkeltprosjekter er ikke registrert eller tatt hensyn til. Oppgaven har som mål å svare på om bruk av det nye verktøyet ville gitt bedre estimater, og dette er derfor ikke av interesse for oppgaven.

Samtaler med ansatte i AKSO har også avdekket at dokumentasjonskrav har endret seg i løpet av kontraktstiden, uten at normene er blitt justert tilsvarende. Kravene til LCI-dokumentasjon har blitt strengere i løpet av kontraktstiden. Hvorvidt disse kravene har påvirket de direkte timene er ikke vurdert i denne oppgaven. Det er naturlig å anta at en skjerpning av slike krav i hovedsak vil gjøre seg gjeldende i de indirekte timene på prosjektet, da mye av arbeidet med dokumentasjon vil fall inn under administrasjonsarbeid og ikke i direkte fabrikasjon eller offshoretimer.

7 - Datagrunnlag

Oppgaven ser på prosjekter fra kontrakten Tampen V&M. Analysen baserer seg på nettverk for å øke mengden data som kan brukes. Et enkelt prosjekt kan bestå av flere ulike nettverk. Nettverkene brukt i analysen baserer seg på alle prosjekter gjennomført med målbudsjett for Snorre og Statfjord, samt et utvalg av prosjekter med målbudsjett fra Gullfaks. Vektene som er brukt til å beregne de normbaserte estimatene er hentet fra håndterte vekter ved prosjektavslutning. Eventuelle endringer som faller inn under målbudsjettet vil derfor være med i dette tallet, da de håndterte vektene ved prosjektslutt kun vil reflektere det faktiske arbeidet som ble utført.

Enkelte nettverk skiller seg ut med spesielt store avvik mellom estimater og faktiske timer. En granskning av sluttrapporten fra disse nettverkene har allikevel ikke gitt grunnlag for å holde de utenfor analysen. Et eksempel på dette er nettverket 932572. Tallene viser her at det faktiske timeantallet var 1781 timer, mot det opprinnelige normbaserte estimatet på 5276 timer. Timeantallet er mistenkelig lite, men sluttrapporten reflekterer et meget godt gjennomført prosjekt og et solid overskudd for prosjektet.

På tross av store avvik i enkelte prosjekter, er det ikke funnet grunnlag for å holde noen av nettverkene utenfor analysen. Nettverk med store avvik fører til stor variasjon i analysene, og er dermed uheldig i forhold til å avdekke eventuelle forskjeller mellom verktøyene. Analyser vil derfor bli gjort, der de mest ekstreme verdiene holdes utenfor. Dette gjøres ved å holde de et gitt antall nettverk med størst avvik i positiv og negativ retning utenfor analysen.

Analysen baserer seg på tall fra plattformene Snorre, Statfjord og Gullfaks. Totalt er 52 nettverk analysert. For alle nettverk er tre verdier presentert:

- Estimert basert på håndterte vekter og normer fra kontrakten Tampen V&M.
- Estimert basert på håndterte vekter og normer fra nytt verktøy.
- Faktisk påløpte timer for nettverket ved prosjektslutt.

Tabell 2: Totale timer, alle nettverk

	Sum gammelt	Sum Nytt	Sum faktisk
Totalt	207 110	189 492	195 008

7.1 - Opprinnelig estimat

Det opprinnelige estimatet er funnet i sluttrapporten fra det avsluttede prosjektet. Den endelige avregningen av målbudsjettet inneholder informasjon om de håndterte vektene for hver norm. Kombinert gir dette de totale antall direkte arbeidstimer som vil forventes i henhold til de opprinnelige normene.

Rapporten som brukes for å finne håndterte vekter og opprinnelig normbasert estimat heter ”Direct man-hours per norm”. Eksempel på en slik rapport finnes i Vedlegg B. Siste revisjon av disse er hentet ut fra Promineo Cost. Vektene i denne rapporten er håndterte vekter ved prosjektslutt. Dette er de samme vekter som er benyttet til avregning av endelig målbudsjett.

Enkelte tilpasninger har blitt gjort for å bruke de opprinnelig rapporterte vektene i det nye verktøyet. Stillas er medregnet som indirekte timer i nytt verktøy. Dette fordi stillas er arbeid AKSO ikke gjør selv, og dermed ikke direkte timer knyttet til deres arbeid. Analysen ser kun på direkte timer og stillas er derfor trukket fra det opprinnelige estimatet.

7.2 - Nytt estimat

Estimatet fra det nye verktøyet er basert på de samme vekter som det endelige målbudsjettet. Normene i det nye verktøyet er basert på normene i kontrakten BP V&M. Normene i dette verktøyet er testet internt og funnet å være de mest treffsikre normene i MMO kontraktene hos AKSO. Disse normene ønskes derfor brukt også på estimater i andre kontrakter.

7.3 - Forbrukte timer

Timeføringen i Tampen V&M gjorde at det var problematisk å finne direkte timer på ønsket nivå. Under arbeidet ble timer ført direkte hos Statoil og deretter oversendt til AKSO. Dette har gjort at forbrukte timer var vanskelig å finne og de ikke lot seg skille ut på disiplinivå. Det har lyktes å finne forbrukte timer på nettverksnivå, og disse vil derfor bli brukt i analysene.

8 - Statistisk metode

8.1 – Statistiske begreper

8.1.1 - Parplanen

Den statistiske analysen i oppgaven er basert på parplanen. Parplanen er også kjent som parvis sammenligning. Analysen er velegnet når størrelsene som skal sammenlignes kan inndeles parvis (Walpole et.al., 2007) Dersom størrelsene er måling på samme enhet kan parplanen benyttes. Analysene i denne oppgaven ser på estimater av samme verdi. Differansen mellom de to estimatene er størrelsen som analyseres. Disse to avvikene er mål basert på samme enhet - timeantall for et bestemt nettverk.

8.1.2 - Hypotesetest

Konfidensintervallet i analysene sier noe om spredningen i dataene. Konfidensintervallet brukes i denne oppgaven til å teste hypotesen om en eventuell endring er statistisk signifikant. I analysene beregnes konfidensintervall for endringen mellom avvikene for de to verktøyene. Dersom intervallet spenner over null, vil det ikke kunne hevdes noen statistisk signifikant endring i treffsikkerheten på det aktuelle konfidensnivået. Student-t distribusjonen er brukt i analysene. Denne kan minne om normalfordelingen, i at sannsynlighetsfordelingen er bjelleformet, altså symmetrisk omkring forventningsverdien. t-fordelinger er litt bredere, da den tar hensyn til variasjonen i både forventningsverdi og variasjon mellom dataene (Walpole et. al., 2007). T-fordelingen velges framfor normalfordeling på grunn av ukjent variasjon, som må estimeres på bakgrunn av de samme data som brukes til estimering av forventningsverdi. Ved større datamengder, $n > 30$, kan t-fordelingen tilnærmes til normalfordelingen. For enkelhetens skyld, er analysene i denne oppgaven basert på t-fordeling uavhengig av datamengden i den aktuelle analysen.

8.1.3 - p-verdi

P-verdien er et mål på hvor stor grad av sikkerhet en kan knytte til en bestemt påstand. Der p-verdi er presentert i analysen, er denne et mål på hvor stor grad av sikkerhet (usikkerhet) det er knyttet til påstanden om endring i treffsikkerheten mellom de to estimeringsverktøyene. Eksempelvis vil en p-verdi på 0,15 tilsi at en endring kan hevdes med 85 % signifikansnivå.

8.2 – Analytisk metode

Målet med oppgaven er å teste det nye estimeringsverktøyet. Dette gjøres ved å se på tidligere prosjekter fra Tampen V&M kontrakten. Utvalget av prosjekter har begrenset seg til prosjekter med målbudsjett fra tre ulike felt, Statfjord, Snorre og Gullfaks. For denne analysen har det vært viktig med pålitelige tall for faktisk installert vekt og faktiske timer på nettverket. Disse er funnet fra endelig avregning av endelig målbudsjett for prosjektet. Avregningen baserer seg på håndterte vekter ved avslutning av prosjektet. De samme vektene er brukt til utarbeidelse av det opprinnelige estimatet.

Et modifikasjonsprosjekt består av ett eller flere nettverk med tilhørende arbeid under flere ulike disipliner (Elektro, rør, overflatebehandling osv). Estimatet er delt opp på samme måte med estimerte direkte timer per disiplin.

Opgaven har valgt å fokusere på prosjekter med målbudsjett, dette er gjort av flere grunner:

→ God kontroll på installerte vekter.

Det er i prosjekter med målbudsjett gode normbaserte estimater er av størst betydning for AKSO. Endelig målbudsjett avregnes på bakgrunn av håndterte vekter ved prosjektslutt.

→ Relevant avlønningsform i fremtidige prosjekter.

Statoil har ytret en intensjon om at målbudsjett vil være den foretrukne avlønningsformen i fremtidige prosjekter.

Estimater blir utarbeidet ved bruk av det nye verktøyet. Input i det nye verktøyet er samme vektdata som er brukt i det opprinnelige estimatet. Tallene sammenlignes så med de faktisk påløpte timene for å besvare problemstillingen.

Prosjekter kan være delt opp i flere nettverk. Både vektestimaterne og førte timer er tydelig delt inn etter nettverk, og det er derfor naturlig å bruke disse nettverkene som sammenligningsgrunnlag i analysen.

For hvert enkelt nettverk er tre verdier presentert:

- Opprinnelig estimat, basert på håndterte vekter og daværende kontraktsnormer.
- Nytt estimat, basert på håndterte vekter og nye normer.
- Faktisk forbrukte direkte timer for nettverket.

For å oppnå en oversikt over dataene blir det først presentert enkle grafiske fremstillinger. Dette er nyttig for å oppnå en grunnleggende forståelse for dataene og avdekke eventuelle åpenbare trender og sammenhenger.

Både analyse basert på relative avvik, samt analyser basert på absolutte avvik har sine fordeler og ulemper. Analysen vil derfor omfatte begge metoder.

8.2.1 – Analyse av relative avvik

På grunn av den varierende størrelsen på prosjektene, vil en analyse av timeavviket bli dominert av de store prosjektene. Et stort prosjekt kan ha overskridelse på mange hundre timer. Dette avviket kan allikevel være beskjedent mål i prosent av prosjektets totalomfang. Et målt på det relative avviket - avvik uavhengig av nettverkets størrelse vil eliminere dette problemet. I analysene er det prosentvise avviket brukt som mål på relativt avvik. Prosentavviket beregnes på følgende måte:

$$\text{Avvik i \%} = \frac{\text{Estimerte timer} - \text{Faktiske timer}}{\text{Faktiske timer}} \times 100\%$$

Prosentavviket, både for gammelt og nytt verktøy, er måling på samme verdi. Dermed kan dataene analyseres ved bruk av parplanen. Endringen fra det gamle estimatet til det nye er da gitt som:

$$\text{Endring} = \left| \% - \text{avvik}_{\text{gammel}} \right| - \left| \% - \text{avvik}_{\text{ny}} \right|$$

Dette gir et tall for hvor mye bedre, eller dårligere, det nye estimatet er, målt i forhold til de faktiske timene. En positiv verdi vil tilsi en forbedring i treffsikkerheten av estimatet for dette nettverket. Tilsvarende vil en negativ verdi tilsi at det nye verktøyet gir større avvik fra

faktiske timer. Den absolutte forskjellen mellom de to % - avvikene oppgis som en endring i prosentpoeng (pp). Tallene for gjennomsnittlig endring, samt konfidensintervallet, er derfor i analysene av relative avvik oppgitt i prosentpoeng.

Tabell 3 viser et utdrag fra Excel-analysen for relativt avvik. Fullstendig oversikt over datagrunnlaget finnes i Vedlegg A.

Tabell 3: Utdrag fra Excel-analyse

Kode	Nettverk	Estimat gamle normer	Estimat nye normer	Faktisk førte timer	X - Feil % Gamle normer	Y - Feil % Nye normer	Z - Endring i prosentpoeng
057C	924941	834	788	698	20 %	13 %	7

Ved hjelp av parplanen blir så konfidensintervall for forventet endring i treffsikkerheten uarbeidet. I tillegg til dette vil det også sees på antall prosjekter med forbedret resultat og antall med forverret resultat.

For å trekke en konklusjon om hvorvidt det nye verktøyet kan gi bedre estimater vil resultatene bli testet ved å se på konfidensintervallet som er beregnet. Dersom intervallet omslutter null kan det ikke hevdes en statistisk signifikant endring mellom estimatene på det aktuelle konfidensnivået.

8.2.2 – Analyse av absolutte avvik

Analysen av relativt avvik løser problemet med at store nettverk kan dominere over de små, men samtidig gir analyse av relative avvik andre problemer. Små nettverk kan i uforholdsmessig grad dominere analysene av relativt avvik. Et høyt prosentvis avvik på et lite nettverk, vil få like stor betydning for analysen som et stort nettverk med tilsvarende stort prosentavvik. Dette kan være uheldig, da det bakenforliggende avviket, målt i absolutte timer kan være av en liten eller ubetydelig størrelse. Tilsvarende kan store timeavvik, på store nettverk, bli skjult i analysen og dermed oversett. Analysene i oppgaven ser derfor både på relative avvik og på absolutte avvik. Med absolutte avvik menes avvik målt i timer, uten hensyn til prosjektets størrelse,

Det absolutte avviket regnes ut på følgende måte:

$$\text{Avvik} = \text{Estimerede timer} - \text{Faktiske timer}$$

Størrelsen av interesse, endringen mellom avvikene fra det gamle og det nye verktøyet, beregnes på følgende måte:

$$\text{Endring i avvik} = |\text{Avvik, gammelt estimat}| - |\text{Avvik, nytt verktøy}|$$

Tabell 4: Utdrag, analyse av absolutte avvik

A Absolutt feil - Gammelt	B Absolutt feil - Nytt	C Endring - Absolutt feil
10169,08	4933,38	5235,7
1766,22	1854,78	-88,56
1362,61	793,31	569,3
174,1	836	-661,9
336,7	433	-96,3
191,3	685,5	-494,2
108,1	943,5	-835,4
97,42	75,18	22,24

Verdien i Tabell 4 kolonne C gir en verdi på antall timer endring mellom avvikene for de to estimeringsverktøyene. En positiv verdi indikerer at det nye verktøyet ga bedre estimater, mens en negativ verdi indikerer at det gamle estimatet var bedre. Gjennomsnittsverdien vil beregnes, for å se på hvorvidt vi kan forvente lavere avvik i antall timer ved bruk av det nye verktøyet. En positiv verdi for dette gjennomsnittet vil tilsi at det over tid kan forventes å være lavere timeavvik med bruk av det nye verktøyet. Som i analysen for relative avvik vil også et konfidensintervall beregnes.

9 – Resultater fra analyse

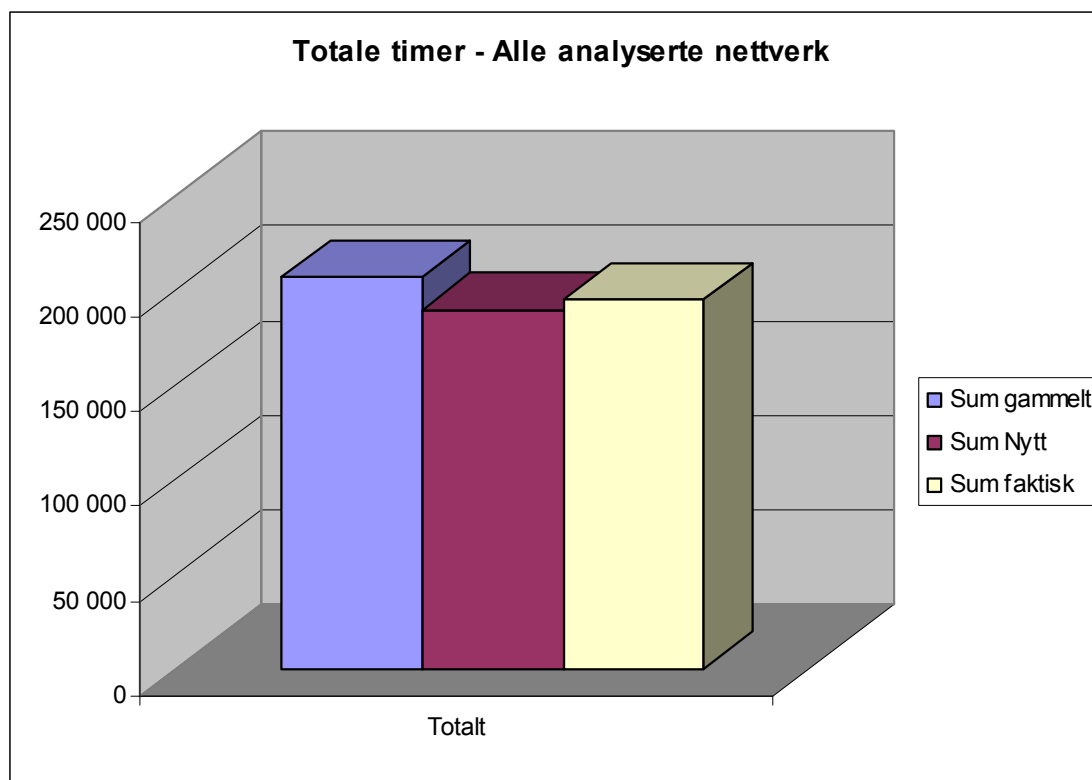
I dette kapittelet vil analysene blir gjennomført som forklart i kapittel 8. Bakgrunnen for den enkelte analysen og resultatene presenteres underveis. Utskrifter fra statistisk analyse kombinert med grafer presenteres og kommenteres. Funnene vil bli diskutert i kapittel 10 før konklusjoner følger i kapittel 11. Datagrunnlaget for analysene finnes i vedlegg A

9.1 - Tampen V&M – Snorre, Statfjord og Gullfaks

Data fra prosjektene ble hentet inn og systematisert i Excel. Enkle innledende analyser brukes til å danne et bilde av dataene, og avdekke eventuelle åpenbare sammenhenger og tendenser.

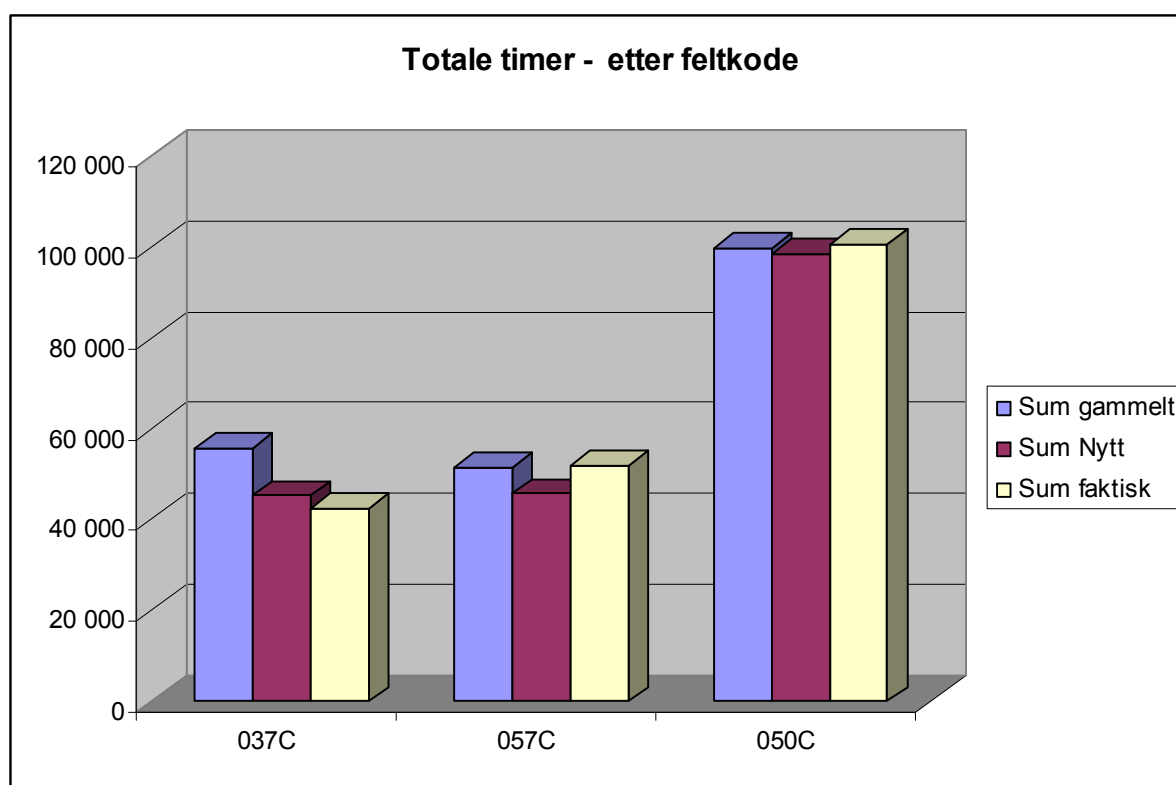
Tabell 5: Totale timer, opprinnelig, nytt verktøy og faktisk timer

Feltkode	Sum opprinnelig	Sum nytt	Sum faktisk
037C	55 799	45 226	42 580
057C	51 544	45 708	51 954
050C	99 768	98 558	100 474
Totalt	207 110	189 492	195 008



Figur 18: Totale timer - Alle analyserte nettverk

Tallene over totale timer (Tabell 5 og Figur 18) antyder at estimatet fra det nye verktøyet over tid er mer treffsikkert enn det opprinnelige estimatet. Totale estimerte timer ved bruk av det nye verktøyet er lavere enn det faktiske timeantallet - 189 492 timer mot de faktiske 195 008. For det opprinnelige estimatet er totale estimerte timer 207 110, det er høyere enn faktisk timeantall. Tallene viser at det totale timeantallet ved bruk av det nye verktøyet er nærmere de faktisk forbrukte timene når alle nettverk samles under ett. Når timene deles opp etter feltkode som i figur 19 viser det seg at denne tendensen ikke er entydig.



Figur 19: Totale timer, etter feltkode

Estimatene fra det nye verktøyet ser ut til å være bedre enn opprinnelig estimat for 037C – Statfjord, mens for prosjekter på 057C – Snorre ser det opprinnelige estimatet ut til å gi bedre resultater. For felt 050 – Gullfaks er tendensen også bedre estimater ved bruk av det gamle verktøyet. Disse observasjonene er unøyaktige, og ytterligere undersøkelser må gjøres før en konklusjon kan trekkes. Plottet viser interessante tendenser, da resultatene ser ut til å være ulike for feltene. Dette vil bli undersøkt nærmere i de videre analysene.

Det er også interessant å se på de faktiske timeavvikene fra nettverkene. Summen av avvikene for de to feltene, både totalt avvik og absoluttavvik, gir et raskt overblikk over dataene. De

totale avvikene viser summen av avvikene for alle prosjektnettverk. Dette tallet forteller hvor nær det totale arbeidsbehovet estimatene var over tid. En slik fremstilling kan skjule stor variasjon, da overestimerte og underestimerte prosjekter vil utligne hverandre. For å gi et bilde på variasjonen vil også absolutte timeavvik beregnes. I et forsøk på å identifisere eventuelle forskjeller i dataene brytes analysen også opp etter felt som i tabell 6.

Tabell 6: Totale avvik, opprinnelig og nytt verktøy

Feltkode	Avvik gammelt	Avvik nytt	Endring i (absolutt) avvik
037C	13 316	2 571	10 745
057C	-507	-6 171	-5 664
050C	-706	-1 916	-1 210
Totalt	12 102	-5 516	6 586

Endringen i avvikene er positiv samlet under ett. Det vil si at avvikene blir mindre ved bruk av det nye verktøyet. For de ulike feltene ser man at avviket varierer mellom positivt og negativt. Negative verdier tilsier at det opprinnelige estimatet var mer treffsikkert, mens positive verdier angir at det nye estimatet var bedre. Størrelsen på det totale timeavviket over tid er viktig, da ingen enkeltestimat kan forventes å være korrekt. Estimer ønskes å være forventningsrette over tid. Tallene fordelt på felt indikerer betydelige forskjeller mellom feltene. Avvik summert på denne måten kan skjule stor variasjon, da effekten av overestimerte nettverk og underestimerte nettverk vil utjevnes mot hverandre. For å få et bilde over variasjonen, kan det derfor også være nyttig og se på en sum av absolutte timeavvik.

Tabell 7: Totale absolutte avvik, opprinnelig og nytt verktøy

Feltkode	Avvik gammelt	Avvik nytt	Endring i avvik
037C	14 206	10 555	3 651
057C	16 197	12 906	3 291
050C - 050K	22 509	27 087	-4 578
Totalt	52 912	50 548	2 364

Fra tabell 7 over absolutte avvik kan en se en forbedring av estimatene på to av de tre feltene. Disse tallene sier noe om variasjonen av avvikene over tid. Sett under ett, ser verktøyet ut til å gi lavere avvik over tid, men denne forskjellen er marginal. Den totale forbrukte tiden for alle nettverk var på 195 008 timer. Det totale timeavviket var på over 50 000 timer for begge

estimeringsverktøyene, men forskjellen mellom disse var på marginale 2364 timer. Dette avviket er på om lag 1,2 % og antyder ingen tydelig forskjell mellom verktøyene. Igjen gir ikke tallene fordelt på felt entydige resultater.

Tabell 8: Overestimerte og Underestimerte nettverk, opprinnelig og nytt verktøy

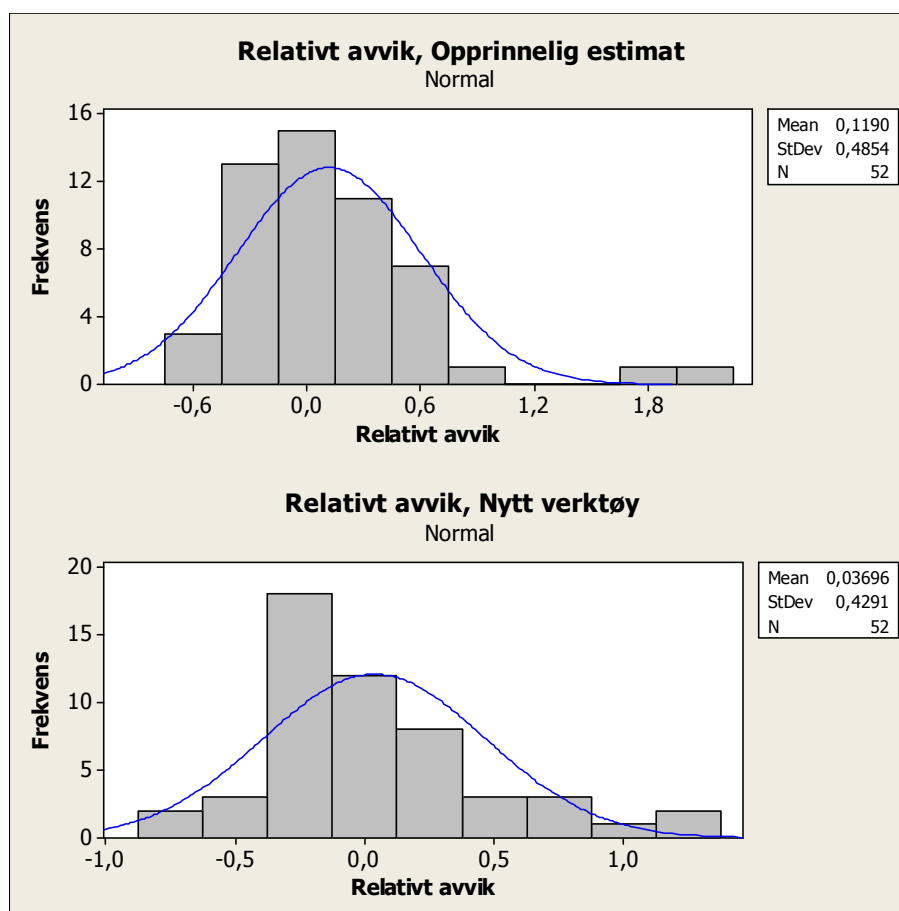
Totalt	Opprinnelig	Nytt
Antall overestimert	29	22
Antall underestimert	22	30
037C		
Antall overestimert	6	3
Antall underestimert	2	5
057C		
Antall overestimert	11	8
Antall underestimert	10	13
050C - 050K		
Antall overestimert	12	11
Antall underestimert	10	12

En oversikt over antall nettverk med over og underestimering gir ingen klare svar. En tendens er at nytt estimat gir større grad av underestimering. Tabell 5 viste at totalt antall estimerte timer er betydelig lavere med det nye verktøyet, enn ved bruk av opprinnelig estimat. Tallene i tabell 8 viser en tendens til at større grad av underestimering vil finne sted med bruk av det nye verktøyet.

Tabell 9: Sammenligning av relative avvik

Alle nettverk		Unntatt ekstremverdier	
Opprinnelig			
Gjennomsnitt	11,90 %	Gjennomsnitt	6,53 %
Varians	0,2356	Varians	0,0624
Konfidensintervall 95 %		Konfidensintervall 95 %	
Nedre	Øvre	Nedre	Øvre
-1,6 %	25,4 %	-0,4 %	13,5 %
Nytt			
Gjennomsnitt	3,70 %	Gjennomsnitt	-0,61 %
Varians	0,1841	Varians	0,0599
Konfidensintervall 95 %		Konfidensintervall 95 %	
Nedre	Øvre	Nedre	Øvre
-8,25 %	15,65 %	-7,43 %	6,21 %

Tabell 9 viser gjennomsnittlig relativt avvik og varians for de to estimeringsmetodene. Når alle nettverk er tatt med gir det opprinnelige estimatet et gjennomsnittlig avvik på 11,9 % med en varians på 0,2356. Det nye verktøyet gir på samme måte et gjennomsnittlig avvik på 3,70 % med en varians på 0,1841. For begge verktøy er variansen meget stor. I kolonnen ”unntatt ekstremverdier” er de fem største avvikene i positiv og negativ retning holdt utenfor. Tallene gir da gjennomsnittlig avvik fra opprinnelig og nytt estimat på henholdsvis 6,53 % og -0,61 % og tilhørende varians på henholdsvis 0,0624 og 0,0599. Tallene antyder i begge tilfeller at det nye estimatet er betydelig mer treffsikkert enn det opprinnelige.



Figur 20: Relative avvik med tilpasset normalfordelingskurve

Histogrammer over de relative avvikene i figur 20 mellom det enkelte verktøyet og faktiske timer viser grafisk hvordan avvikene fordeles. Histogrammet viser at estimatenes avvik fra faktiske timer kan ansees som tilnærmet normalfordelt for begge estimeringsmetodene. Dette innebærer at også differansen mellom de to variablene vil være normalfordelt. En tilpasset normalfordelingskurve er gitt i begge histogrammene. Kofidensintervallene i Tabell 9 omfatter alle 0 og nylhypotesen kan ikke forkastes på 95 % konfidensnivå. Hypotesen om at estimatene fra begge verkøyene må anses å være forventningsrett beholdes.

9.2 - Analyse – Totalt over alle nettverk

De første analysene som gjøres tar for seg alle nettverkene i analysen. Både relative avvik og absolutte avvik analyseres. Histogrammer hjelper til med å bygge opp under eventuelle tendenser og mønster som fremkommer. Sett under ett gir prosjektene med målbudsjett fra Tampen V&M 52 nettverk. 23 av disse estimeres bedre med det nye verktøyet, mens i 29 tilfeller var det opprinnelige estimatet bedre.

Tabell 10: Analyse, Relative avvik, Alle nettverk

Alle nettverk – Relative avvik					
Var(X)	0,2356	t – 95 %	2,009	Gjennomsnitt endring (pp)	1,457
Var(Y)	0,1841	t – 90 %	1,676		
Cov(X,Y)	0,1854	n	52		
		95 % Konf.intervall		# Forbedret	23
Var(Z)	0,0489	Lower	Upper	# Forverret	29
		-4,7	7,6		
		90 % Konf.intervall		p-verdi	0,637
		Lower	Upper		
		-3,7	6,6		

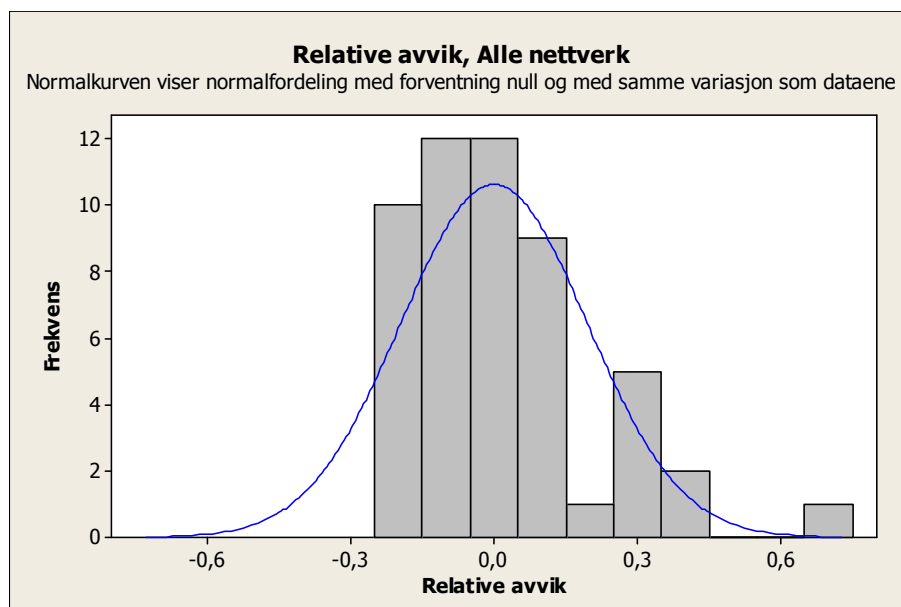
Tabell 10 viser analysen av relative avvik for alle nettverk. Gjennomsnittlig gir det nye verktøyet en relativ forbedring av estimatene på 1,457 prosentpoeng. Både 95 % og 90 % konfidensintervall spenner over null og det kan derfor ikke påvises en statistisk signifikant endring i treffsikkerheten av estimatene.

Tabell 11: Analyse, Absolutte avvik, Alle nettverk

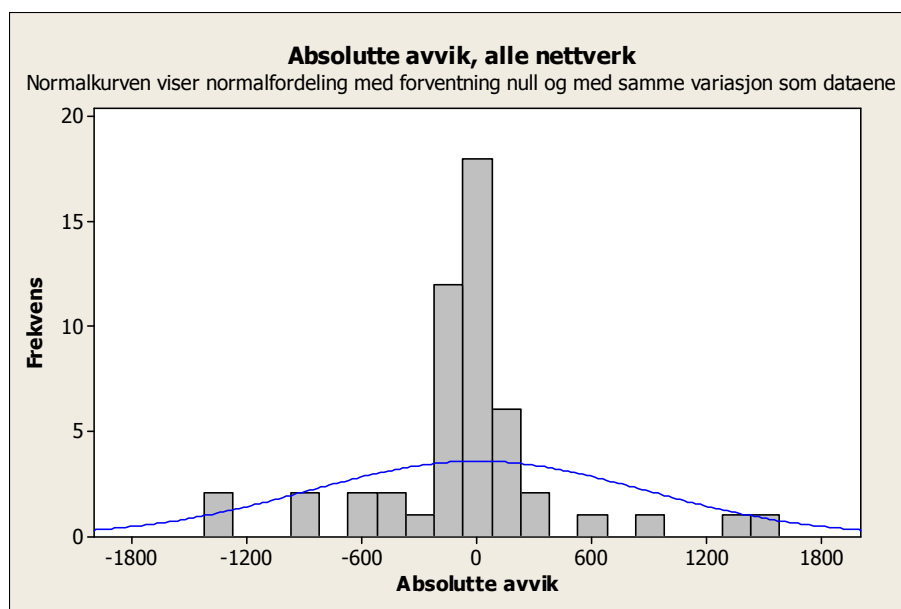
Alle nettverk – Absolutte avvik					
Var(A)	4 115 629	t – 95 %	2,009	Gjennomsnitt endring	45,5
Var(B)	2 964 597	t – 90 %	1,676		
Cov(A,B)	2 983 159	n	52		
		95 % Konf.intervall		# Forbedret	23
Var(C)	1 113 907	Lower	Upper	# Forverret	29
		-248,6	339,5		
		90 % Konf.intervall		p-verdi	0,757
		Lower	Upper		
		-199,8	290,8		

Resultatene ved bruk av absolutte verdier i tabell 11 viser tilsvarende tendens. Den gjennomsnittlige forbedringen er positiv, men kun med beskjedne 45,5 timer. Igjen viser

konfidensintervallet av ingen statistisk signifikant endring kan hevdes. Intervallene og antallet prosjekter med forbedring / forverring indikerer ingen klar trend i noen retning. Samlet under ett, ser det ut til at treffsikkerheten til de nye estimatene ikke skiller seg nevneverdig fra de gamle.



Figur 21: Histogram, relative avvik, Alle analyserte nettverk



Figur 22: Histogram, absolutte avvik, Alle analyserte nettverk

Histogrammene i figur 21 og 22 antyder at fordelingen avviker betydelig fra normalfordeling. Kurven i histogrammene angir en normalfordeling med forventning null og samme varians som de analyserte dataene. Histogrammet over relative avvik kan antyde at fordelingen ligger

noe mer mot negativ side. En negativ verdi indikerer som tidligere nevnt at estimatet fra det opprinnelige verktøyet gir et mer treffsikkert estimat enn ved bruk av det nye verktøyet. Det kan være interessant å merke seg en annen trend i dette histogrammet. De negative endringene, der det nye verktøyet gir dårligere estimater, er hyppige, men av relativt lav verdi (under 30 %). Positive endringer ser ut til være mindre hyppige, men til gjengjeld av større betydning.

9.2.1 – Uten ekstremverdier

Verktøyet er ment til å estimere et ordinært prosjekt. Dessverre vil ikke alle prosjekter gå som planlagt og det kan oppstå store endringer i forhold til den opprinnelige planen. Det vil ikke være mulig å forvente at verktøyet gjør en god jobb med å estimere timebruken for prosjekter som kommer ut av kontroll. Et forsøk er derfor gjort på å analysere nettverkene, der en ser bort fra ekstreme verdier i begge retninger. De fem nettverkene med høyest avvik i hver retning er utelatt fra den følgende analysen. Hvilke nettverk som hadde størst avvik ble avgjort ved å se på henholdsvis relativt og absolutt avvik mellom opprinnelig estimat og faktiske timer.

Tabell 12: Analyse, Relative avvik - alle nettverk, unntatt ekstremverdier

Totalt relative avvik		Unntatt ekstremverdier				
Var(X)	0,0624	t – 95 %	2,365	Gjennomsnitt endring (pp)		-1,494
Var(Y)	0,0722	t – 90 %	1,895			
Cov(X,Y)	0,0509	n	42			
		95 % Konf.intervall			# Forbedret	18
Var(Z)	0,0328	Lower	Upper		# Forverret	24
		-8,1	5,1			
		90 % Konf.intervall			p-verdi	0,596
		Lower	Upper			
		-6,8	3,8			

Når de fem største avvikene i hver retning sees bort ifra, kommer det frem en svak endring i negativ retning (Tabell 12). Endringen fra den opprinnelige analysen viser at ekstremverdiene har stor påvirkning på resultatet. Med 42 nettverk totalt gir det nye verktøyet en forbedring i 18 nettverk og en forverring i 24 nettverk. Den gjennomsnittlige endringen er på -1,494 prosentpoeng, noe som vil tilsi at det nye verktøyet gir mindre treffsikre estimater enn det gamle. Konfidensintervaller og p-verdi viser tydelig at en endring ikke kan hevdes statistisk. P-verdien på 0,596 indikerer at det ikke kan vises til noen faktisk endring av treffsikkerheten

mellom de to verktøyene. Effekten av å fjerne ekstremverdiene sees tydelig på variansen som er redusert fra 0,0489 til 0,0328.

Tabell 13: Analyse, absolutte avvik - alle nettverk, unntatt ekstremverdier

Totalt absolutte avvik		Unntatt ekstremverdier				
Var(A)	329 870	t – 95 %	2,365	Gjennomsnitt endring		-62
Var(B)	455 882	t – 90 %	1,895			
Cov(A,B)	192 638	n	42			
		95 % Konf.intervall			# Forbedret	18
Var(C)	400 476	Lower	Upper		# Forverret	24
		-292	168			
		90 % Konf.intervall			p-verdi	0,529
		Lower	Upper			
		-247	123			

Analysen av absolutte avvik i tabell 13 gir også meget små utslag når ekstremverdier utelates. Den gjennomsnittlige endringen mellom de to verktøyene er da bare på -62 timer, noe som tilsier ingen endring mellom de to verktøyene. Som for den relative analysen er det tydelig at ekstremverdiene påvirker resultatet i betydelig grad. Igjen kan det vises til en betydelig endring av variansen, fra 1 113 907 til 400 476.

9.3 - Analyse enkelt felt

Analysen videre vil se på de ulike feltene separat, for å undersøke eventuelle ulikheter mellom feltene.

9.3.1 - 037 - Statfjord

For feltet 037 – Statfjord er det kun 8 tilgjengelige nettverk. Dette gjør at variasjonen er høy og det vil være vanskelig å bevise noe statistisk. En analyse er allikevel gjennomført. Det lave antall nettverk gir ikke mulighet til å stryke ekstremverdier. Utelatelse av enkelte verdier vil ha stor påvirkning da antallet nettverk allerede er veldig lavt. Samtidig gjør det lave antall nettverk at det er vanskelig å bestemme hva som faktisk kan sees på som ekstremverdier og hva som er et normalt nivå.

Tabell 14: Analyse, Relative avvik, 037 - Staffjord

037C – Relative avvik					
Var(X)	0,1092	t – 95 %	2,365	Gjennomsnitt endring (pp)	
Var(Y)	0,0833	t – 90 %	1,860		-0,894
Cov(X,Y)	0,0680	n	8		
		95 % Konf.intervall		# Forbedret	3
Var(Z)	0,0565	Lower	Upper	# Forverret	5
		-20,7	19,0		
		90 % Konf.intervall		p-verdi	NA
		Lower	Upper		
		-16,8	15,0		

For 037C – Staffjord gir analysen av relative avvik i tabell 14 en svekkelse i treffsikkerheten av estimatene ved bruk av det nye verktøyet. Den gjennomsnittlige endringen er på -0,894 prosentpoeng, noe som tyder på at estimatene blir marginalt dårligere med det nye verktøyet. Et 95 % konfidensintervall strekker seg fra -20,7 til 19 prosentpoengs endring i treffsikkerheten av estimatet. Det fremgår ingen trend, og dataene gir heller ikke grunnlag til å hevde en faktisk endring i treffsikkerheten til verktøyet. Mangelen på klare tendenser skyldes i stor grad det lave antall nettverk som var tilgjengelig for feltet.

Tabell 15: Analyse, Absolutte avvik, 037C - Staffjord

037C – Absolutte avvik					
Var(A)	12 346 233	t – 95 %	2,365	Gjennomsnitt endring	
Var(B)	4 261 978	t – 90 %	1,860		456,36
Cov(A,B)	5 493 609	n	8		
		95 % Konf.intervall		# Forbedret	3
Var(C)	5 620 993	Lower	Upper	# Forverret	5
		-1526	2438		
		90 % Konf.intervall		p-verdi	0,603
		Lower	Upper		
		-1103	2015		

Ved analyse av absolutte avvik i tabell 15 er gjennomsnittlig endring positiv. En nærmere vurdering av dataene viser at dette i stor grad skyldes nettverk 945946, som har veldig store avvik målt i timer (Se vedlegg A). På grunn av det lave antall nettverk får et slikt enkelttilfelle veldig stor påvirkning på resultatet. Variasjonen er såpass høy at konfidensintervallet igjen viser at ingen konklusjon kan trekkes.

Det nye verktøyet ga bedre estimater på tre av nettverkene, mens estimatene ble mindre treffsikre i fem av tilfellene. Det lave antallet nettverk på dette feltet, n=8, bidrar til at det ikke kan trekkes noen endelige konklusjoner.

9.3.2 - 057 – Snorre

Tabell 16: Analyse, Relative avvik, 057 - Snorre

057C – Relative avvik							
Var(X)	0,4428	t – 95 %	2,086	Gjennomsnitt endring (pp)		10,764	
Var(Y)	0,2598	t – 90 %	1,725				
Cov(X,Y)	0,3073	n	21				
		95 % Konf.intervall		# Forbedret		14	
Var(Z)	0,0879	Lower	Upper	# Forverret		7	
		-2,73	24,3				
		90 % Konf.intervall		p-verdi		0,112	
		Lower	Upper				
		-0,40	21,9				

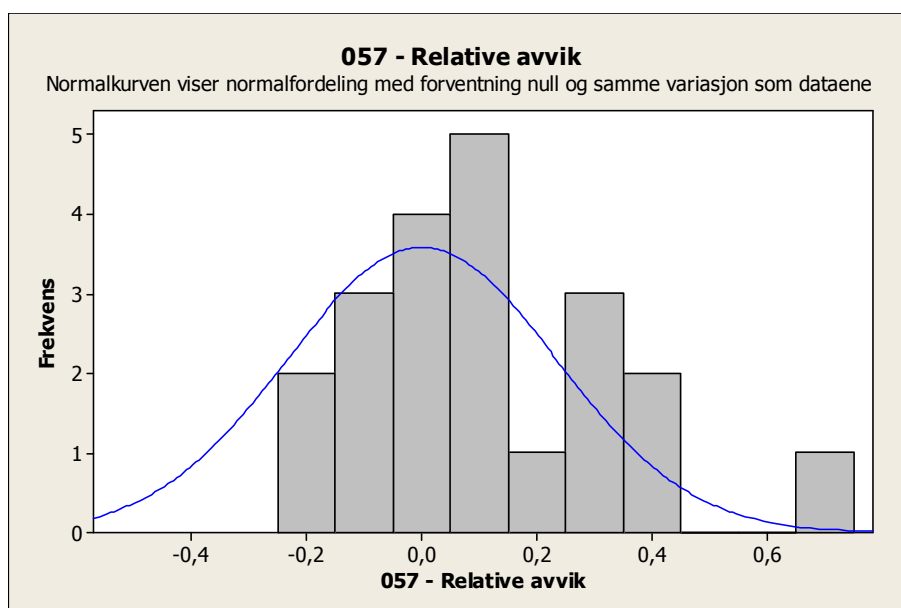
For 057C – Snorre er flere data tilgjengelig, n=21. Av disse nettverkene er det nye estimatet bedre i 14 av tilfelle, og dårligere i 7 av tilfellene. Den gjennomsnittlige endringen i treffsikkerheten er på 10,764 prosentpoeng. Dvs. at estimatet avviker nesten 11 prosentpoeng mindre med det nye verktøyet enn med det gamle. Et 95 % konfidensintervall for endringen spenner fra -2,73 til 24,3. Også et 90 % konfidensintervall spenner over 0 og det er derfor ikke statistisk grunnlag for å hevde en endring mellom estimatenes treffsikkerhet på dette konfidensnivået. Allikevel kan man se en mulig trend. P-verdien er utregnet for å gi konfidensnivået der null ikke lenger med i intervallet. Denne har en verdi på 0,112 – altså et konfidensnivå på 88,8 % Dette nivået er for lavt til bestemt å hevde en statistisk signifikant endring basert på dataene over relative avvik.

Tabell 17: Analyse, Absolutte avvik, 057 - Snorre

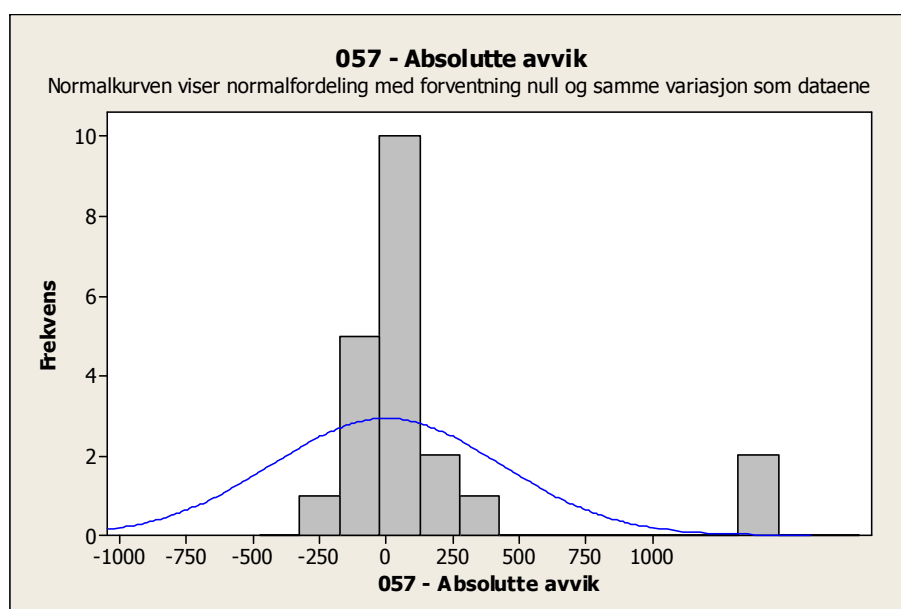
057C – Absolutte avvik					
Var(A)	2 350 966	t – 95 %	2,086	Gjennomsnitt endring	
Var(B)	1 775 389	t – 90 %	1,725		157
Cov(A,B)	1 808 487	n	21		
		95 % Konf.intervall		# Forbedret	14
Var(C)	509 381	Lower	Upper	# Forverret	7
		-168,2	481,6		
		90 % Konf.intervall		p-verdi	0,326
		Lower	Upper		
		-112	425,4		

Analysen av absolutte timeavvik viser samme tendens som analysen av relative avvik. Gjennomsnittet er positivt, og konfidensintervallet tenderer til positiv side. Dette vil indikere at det nye verktøyet gir bedre estimater enn det gamle. Samme indikasjon vises gjennom at 14 nettverk har forbedret estimat, mens 7 nettverk var bedre estimert opprinnelig. Samlet gir disse faktorene en interessant indikasjon om at det nye verktøyet er mer treffsikkert enn det opprinnelige for feltet 057C – Snorre. Dataene viser en tydelig trend, men variansen er for stor til at noen statistisk signifikant endring kan påvises.

Histogrammer over dataene i figur 23 og 24 underbygger tendensene fra analysen. Det er tydelig at hovedvekten av endringene ligger mot positiv side. I begge histogrammene ser vi en tydelig utligger på positiv side. En analyse der ekstremverdier i begge retninger er utelatt vil vise om denne utliggeren påvirker resultatet betydelig. Linjen i diagrammet indikerer en normalfordeling med forventning null og tilsvarende varians som de analyserte dataene. Dette betyr at linjen illustrerer en tenkt normalfordeling når det ikke er noen forskjell mellom de to estimeringsmetodene.



Figur 23: Histogram, Relative avvik, 057 - Snorre



Figur 24: Histogram, Absolutte avvik - 057 Snorre

9.3.3 – 057 – Snorre, unntatt ekstremverdier

Analysen ønsker også å se på effekten av å fjerne ekstreme utfall. Dette er gjort ved å fjerne de tre største utslag i hver retning. Utslagene er sortert etter henholdsvis relativt og absolutt avvik av opprinnelig estimat.

Tabell 18: Analyse, Relative avvik, 057 - Snorre, unntatt ekstremverdier

057C – Relative avvik		Unntatt ekstremverdier				
Var(X)	0,0735	t – 95 %	2,145	Gjennomsnitt endring (pp)		6,9
Var(Y)	0,0325	t – 90 %	1,761			
Cov(X,Y)	0,0273	n	15			
		95 % Konf.intervall			# Forbedret	11
Var(Z)	0,0514	Lower	Upper		# Forverret	4
		-5,6	19,5			
		90 % Konf.intervall			p-verdi	0,257
		Lower	Upper			
		-3,4	17,2			

Med de utelatte nettverkene inneholder dataene totalt 15 nettverk. Av disse er 11 forbedret, mens kun 4 er forverret ved bruk av det nye verktøyet. Gjennomsnittlig endring er lavere enn tilfellet der alle nettverk var medregnet. Intervallet er nå blitt noe mindre, men det er allikevel større usikkerhet knyttet til hvorvidt en faktisk ulikhet mellom verktøyene eksisterer. P-verdien har økt til 0,257, fra 0,112 når alle nettverk var medregnet.

Tabell 19: Analyse, Absolutte avvik, 057 - Snorre, unntatt ekstremverdier

057C – Absolutte avvik		Unntatt ekstremverdier				
Var(A)	34 589	t – 95 %	2,145	Gjennomsnitt endring		34
Var(B)	15 839	t – 90 %	1,761			
Cov(A,B)	15 875	n	15			
		95 % Konf.intervall			# Forbedret	11
Var(C)	18 678	Lower	Upper		# Forverret	4
		-41	110			
		90 % Konf.intervall			p-verdi	0,348
		Lower	Upper			
		-28	96			

Der er tydelig at utliggeren som kunne sees på histogrammet ga tydelig utslag i resultatet. Gjennomsnittlig endring i absolutte timer har sunket fra 157 til 34 timer når ekstremverdier ble utelatt fra analysen. Ingen av analysene kan vise til statistisk signifikante resultater. Trenden som kunne sees i den opprinnelige analysen er blitt svekket ved utelatelse av ekstremverdiene. Dette kan sees i de forhøyede p-verdiene. Ved å utelate ekstremverdier er variasjonen i dataene blitt betydelig mindre, men nullhypotesen om ingen forskjell mellom de to estimeringsmetodene kan ikke forkastes.

9.3.4 - 050 – Gullfaks

Tabell 20: Analyse, Relative avvik 050 - Gullfaks

050 – Relative avvik					
Var(X)	0,107	t – 95 %	2,086	Gjennomsnitt endring (pp)	-6,224
Var(Y)	0,152	t – 90 %	1,717		
Cov(X,Y)	0,118	n	23		
		95 % Konf.intervall		# Forbedret	6
Var(Z)	0,022	Lower	Upper	# Forverret	17
		-12,7	0,3		
		90 % Konf.intervall		p-verdi	0,059
		Lower	Upper		
		-11,6	-0,8		

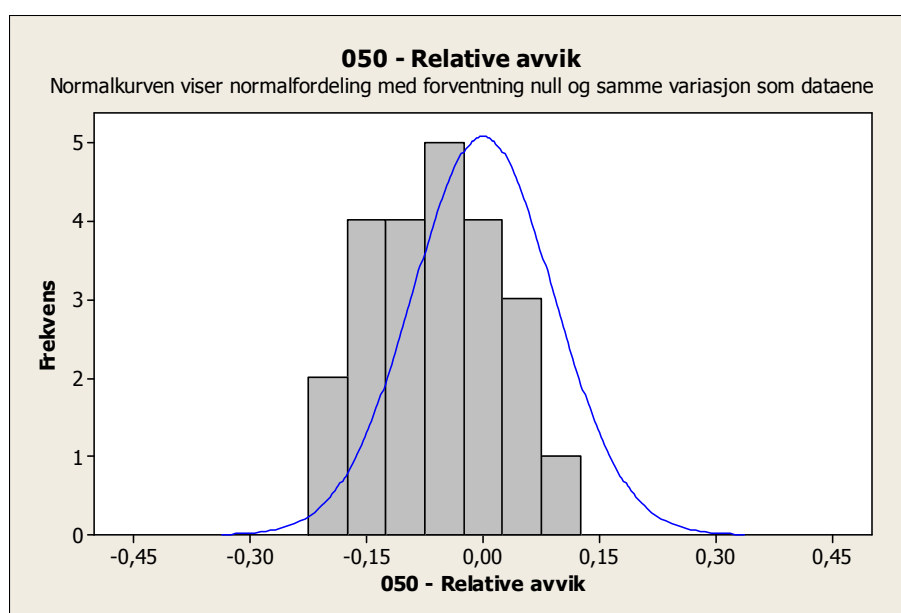
For nettverkene fra 050C – 050K – Gullfaks viser analyse av dataene for relative avvik en tydelig trend. Gjennomsnittlig endring av treffsikkerheten er på -6,224 prosentpoeng, noe som indikerer at de gamle estimatene var mer treffsikre enn estimatene fra det nye verktøyet. Andelen nettverk som har fått forverrede estimater er også påfallende høy – Av de totalt 23 nettverkene, har estimatene ved 17 av de blitt dårligere, mens kun 6 nettverk har fått forbedrede estimater. Et 95 % konfidensintervall ligger tydelig mot negativ side. 95 % konfidensintervall spenner over null, og det kan dermed ikke hevdes statistisk signifikant endring på dette konfidensnivået. P-verdien har en verdi på 0,059. Basert på analysen av relative avvik, kan det dermed hevdes på 94,083 % konfidensnivå at det nye verktøyet gir dårligere resultater enn det opprinnelige. Dette resultatet er statistisk signifikant. Analysene på absolutte timeavvik vil gi ytterligere svar på om dette kan hevdes å være en faktisk forskjell.

Tabell 21: Analyse, Absolutte avvik 050 - Gullfaks

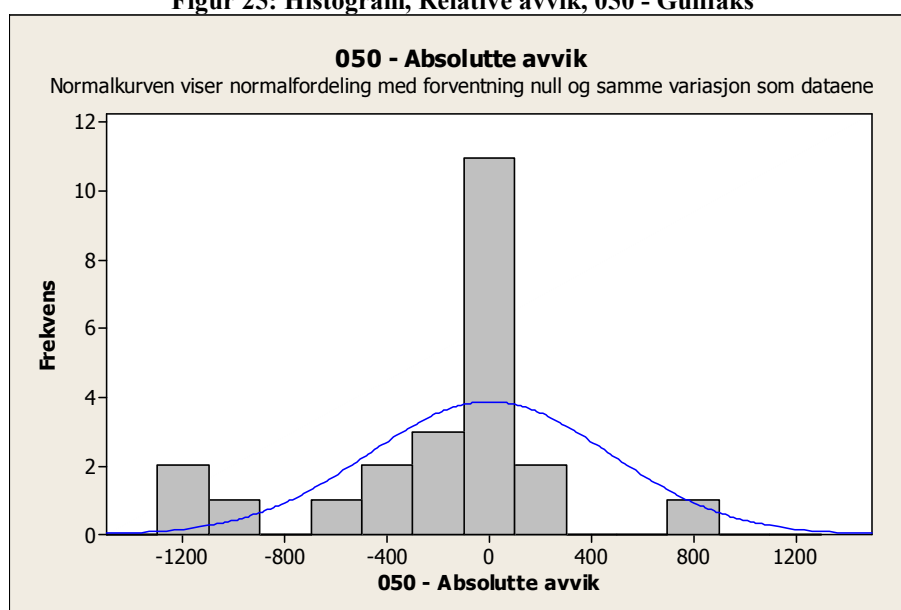
050 – Absolutte avvik					
Var(A)	2 594 210	t – 95 %	2,086	Gjennomsnitt endring	-199,02
Var(B)	3 801 777	t – 90 %	1,717		
Cov(A,B)	2 931 593	n	23		
		95 % Konf.intervall		# Forbedret	6
Var(C)	3 464 394	Lower	Upper	# Forverret	17
		-1004,0	605,9		
		90 % Konf.intervall		p-verdi	0,613
		Lower	Upper		
		-865,4	467,4		

Den samme tendensen gjør seg gjeldende i analysen av absolutte timeavvik. Gjennomsnittet er negativt og konfidensintervallet tenderer mot negativ side. Tendensen er ikke like sterk her som for de relative avvikene.

Histogrammene i figur 25 og 26 viser at endringene mellom verktøyene i stor grad er beskjedne. Spesielt gjelder dette relativ endring. Relative avvik ser ut til å være tilnærmet normalfordelt, men noe forskjøvet mot negativ side, noe som vil tilsi at det opprinnelige estimatet ga mer treffsikkerhet. Histogrammet over absolutte avvik viser at det også dette datasettet inneholder enkelte nettverk med store avvik. Analysen der ekstremverdier er unntatt vil vise om dette gir utslag for resultatene.



Figur 25: Histogram, Relative avvik, 050 - Gullfaks



Figur 26: Histogram, Absolutte avvik, 050 - Gullfaks

9.3.5 – 050 – Gullfaks, unntatt ekstremverdier

I dette datasettet er de tre mest ekstreme verdiene i hver retning holdt utenfor analysen. Avvikene er valgt basert på avviket i det opprinnelige estimatet.

Tabell 22: Analyse, Relative avvik, 050 - Gullfaks, unntatt ekstremverdier

050 – Relative avvik		Unntatt ekstremverdier				
Var(X)	0,0457	t – 95 %	2,120	Gjennomsnitt endring (pp)		-6,6
Var(Y)	0,0821	t – 90 %	1,746			
Cov(X,Y)	0,0540	n	17			
		95 % Konf.intervall			# Forbedret	4
Var(Z)	0,0198	Lower	Upper		# Forverret	13
		-13,8	0,7			
		90 % Konf.intervall			p-verdi	0,072
		Lower	Upper			
		-12,5	-0,6			

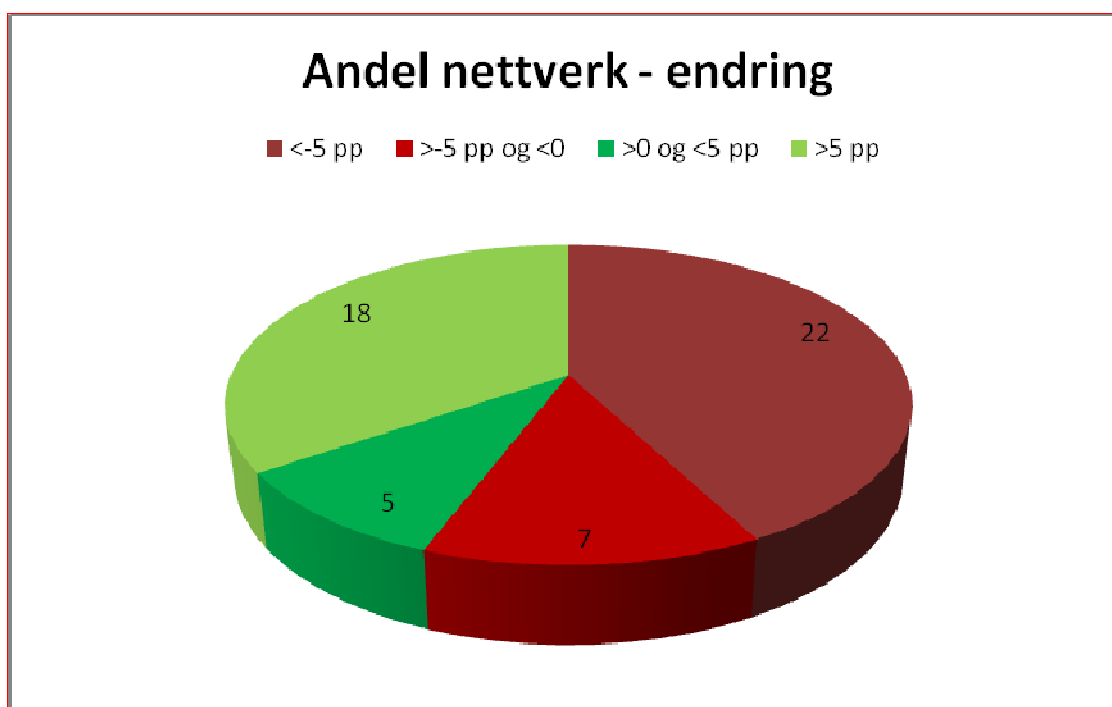
Gjennomsnittlig endring har blitt lavere ved å se bort fra ekstremverdier. Ved en p-verdi 0,072 kan det vises en svekkelse av treffsikkerheten for estimatene med bruk av det nye verktøyet. Dette er statistisk signifikant.

Tabell 23: Analyse, Absolutte avvik, 050 - Gullfaks, unntatt ekstremverdier

050 – Absolutte avvik		Unntatt ekstremverdier				
Var(A)	300 218	t – 95 %	2,120	Gjennomsnitt endring		-99,0
Var(B)	477 144	t – 90 %	1,746			
Cov(A,B)	340 980	n	17			
		95 % Konf.intervall			# Forbedret	5
Var(C)	95 401	Lower	Upper		# Forverret	12
		-257,9	59,8			
		90 % Konf.intervall			p-verdi	0,206
		Lower	Upper			
		-229,8	31,8			

De absolutte avvikene har også betydelig lavere variasjon når ekstremverdier er holdt utenfor analysen. Den gjennomsnittlige endringen er på -99 timer for de 17 nettverkene. P-verdien i absolutt analyse er på 0,206. Dette er for høyt til å forkaste nullhypotesen.

9.4 - Endringen mellom estimeringsmetodene



Figur 27: Andel nettverk etter endring av relativt avvik

Figur 27 viser hvor stor endringen var mellom verktøyene. Totalt 29 av nettverkene fikk dårligere estimater med bruk av det nye verktøyet 23 nettverk fikk bedre estimater. Så mye som 22 nettverk fikk mer enn 5 prosentpoeng økning i relativt avvik ved bruk av det nye verktøyet. 18 nettverk fikk mer enn 5 prosentpoeng reduksjon i relativt avvik. Endringen mellom de to verktøyene viser seg å ofte gi relativt store utslag i en av retningene. Kun i 12 av de totalt 52 nettverkene ble det endringen mindre enn 5 prosentpoeng.

10 – Diskusjon

Resultater fra analysene gir tydelige indikasjoner på forskjeller i estimaters treffsikkerhet på de ulike feltene. Spesielt skiller 050 – Gullfaks seg ut med en endring som avviker stort fra resultatene ved andre felt. Disse indikasjonene gir grunnlag for å stille spørsmål ved likheten mellom ulike felt. Alle estimatene i Tampen V&M er utført med de samme normer, allikevel kan en altså se en klar tendens til forskjeller mellom de ulike feltene. Skyldes dette tilfeldigheter, eller ligger andre faktorer bak?

Statoil V&M, arvtakeren til Tampen V&M, åpner for bruk av faktorjustering for ulike plattformer. Dette vil innebære at ulikeheter mellom plattformer vil gi utslag i ulike normbaserte estimater. Resultatene fra analysene fra Tampen V&M tilsier at en slik differensiering mellom ulike plattformer kan bidra til å gi bedre estimater. Denne oppgaven har begrenset seg til å observere at en slik ulikhet ser ut til å eksistere. Analyser av disse faktorenes oppbygning, eller hvor godt de stemmer overens med ulikhetene funnet i disse analysene faller utenfor denne oppgavens omfang.

10.1 – Diskusjon av resultater

Analysene som er utført viser at ingen entydig endring mellom gamle og nye estimater kan hevdes på bakgrunn av dataene benyttet i denne oppgaven. Variasjonen i datagrunnlaget er stor, noe som gjør at det er vanskelig å hevde noen statistiske signifikante forskjeller mellom de to verktøyene.

Analysene har avdekket at ved feltet 050 – Gullfaks kan det på 90 % konfidensnivå vises til at det nye verktøyet gir dårligere resultater enn det opprinnelige estimatet. Den samme konklusjonen kan ikke trekkes ved analyse av absolutte avvik. I analysen av alle nettverk, samt andre felt for seg gir ikke statistisk signifikante forskjeller mellom de to verktøyene. Det kan allikevel vises til betydelige trender i dataene.

Det har tydelig fremkommet at det eksisterer forskjeller mellom feltene. Forskjellene er betydelige, spesielt mellom de to feltene 057 – Snorre og 050 - Gullfaks. Se tabell 24.

Tabell 24: Sammenligning av resultater 057 Snorre - 050 Gullfaks

057 - Snorre		050 -Gullfaks	
Gjennomsnittlig endring	10,764	Gjennomsnittlig endring	6,224
95 % konfidensintervall		95 % konfidensintervall	
Lower	Upper	Lower	Upper
-3	24	-13	0,3

De opprinnelige estimatene fra Promineo Cost har ikke gjort forskjell mellom verken prosjekter eller plattformer. Resultatene kan tyde på at det er grunn til å gjøre slike feltspesifikke tilpasninger. Kontrakten Tampen V&M åpnet ikke for slike tilpasninger.

Normene i det nye verktøyet ser ut til å gi lavere timeantall enn opprinnelig estimat. Dette kan sees enkelt fra summen av totale timer for de to verktøyene. Som en naturlig konsekvens av dette har det også kommet frem at nye normer ville gitt en større andel underestimerte nettverk ved bruk på de analyserte prosjektene fra Tampen V&M. Verken under eller overestimering er ønskelig. Fra AKSO MMO sitt synspunkt vil det allikevel være grunn til å tro at overestimering vil være å foretrekke foran underestimering.

10.2 – Diskusjon omkring usikkerhetsfaktorer

Her presenteres og diskuteres et utvalg av mulige usikkerhetsfaktorer som kan ha påvirkning på prosjektnettverkene som er analysert i denne oppgaven. Den faktiske betydningen av disse faktorene analyseres ikke nærmere i denne oppgaven, da dette faller utenfor oppgavens omfang. Usikkerhet er diskutert, da det er av stor betydning for å forstå svakhetene med en normbasert estimeringsmetode.

10.2.1 - Forskjeller mellom plattformer

De store ulikeheten mellom resultater fra 050 – Gullfaks og 037 – Statfjord og 057 – Snorre, kan være uttrykk for forskjeller mellom estimeringsmetoder og / eller prosjektgjennomføring mellom de to kontorene. Som nevnt tidligere blir prosjekter ved Gullfaks styrt fra Bergen, mens Statfjord og Snorre hører inn under kontoret i Stavanger. Estimaterne fra alle prosjekter

skal være gjort ved bruk av de samme normene, både for den gamle og nye metoden. Prosjektgjennomføring skal i utgangspunktet også være standardisert, gjennom PEM. Med standardisert estimeringsnormer og metode, samt godt innarbeidet og standardisert prosjektstyringsmodell, er det vanskelig å hevde noen forskjell i disse faktorene mellom kontorene i Bergen og Stavanger. Ulikheter av denne typen vil eksistere, men kanskje mer på grunnlag av forskjeller mellom enkeltpersoner, og enkeltprosjekter, heller enn systematiske forskjeller mellom kontorene.

Forskjeller mellom kontorene er ikke tydelige, og det vil derfor være naturlig å se på mulige forskjeller mellom plattformene. Oppgaven har ikke gjort undersøkelser av forskjeller mellom de aktuelle plattformer. Samtaler med ansatte ved Aker Solutions, samt resultater fra analysen, gir allikevel grunnlag til å påpeke forskjeller mellom plattformer. 057 – Snorre og 050 – Gullfaks er de to feltene med best datagrunnlag i analysen. Mellom disse to feltene ser analyseresultatene ut til å indikere stor ulikehet. Mens estimatene kan se ut til å bli bedre med det nye verktøyet for Snorre ser de ut til å bli dårligere for Gullfaks. En tydelig forskjell mellom de to feltene ligger i alderen på plattformene som er utplassert. Mens Gullfaks-plattformene kom i drift i 1986-1988, ble Snorre A og B først satt i drift i hhv. 1992 og 2001. Alderen på plattformene spriker altså med så mye som 15 år. En annen umiddelbar ulikhet finner vi i plattformenes konstruksjon. Mens Gullfaks A, B og C alle er bygd på betongfundament, er Snorre A og B flytende plattformer. Det er naturlig å tro at dette vil ha påvirkning, både på utformingen av plattformen, og på typen arbeid som foregår på plattformen. Disse ulikehetene i utforming og alder, vil utvilsomt innebære forskjeller, både på typen prosjekter som gjennomføres på plattformen, og muligens også på kompleksiteten av ulike prosesser.

En annen mulig ulikhet ligger i arbeidskulturen på de ulike plattformene. Ulike plattformen har ulike arbeidere, ledelse og til en viss grad også ulike rutiner. Denne typen kulturforskjeller kan tenkes å føre til ulikeheter i arbeidet som gjennomføres på plattformene. En mulig konsekvens av slike kulturforskjeller som påvirker resultatet kan være i føringen av håndterte vekter som forklart i kapittel 6.1.1. Slurv med slik føring av vekt kan virke ubetydelig, men kan ha stor påvirkning på det endelige målbudsjettet og treffsikkerheten av det normbaserte estimatet.

10.2.2 - Forskjeller mellom prosjekter

Forskjeller mellom prosjekter kan også ha betydning for estimatenes treffsikkerhet. Denne oppgaven har kun skilt ut prosjekter med målbudsjett, uten å se på videre forskjeller mellom typer prosjekter og arbeider. Det er nærliggende å tro at eventuelle forskjeller eller ekstra usikkerheter knyttet til enkelte arbeidsprosesser vil jevnes ut i datamengden som er brukt i analysen. Systematiske ulikheter, som påpekt under forrige avsnitt vil være mer av interesse. Enkelte prosjekter kan komme ut av kurs og på store over eller underskridelse som følge av en eller flere uforutsette hendelser. Eksempel på dette er i et prosjekt brukt i analysen, der prosjektarbeidet ble utsatt på grunn av mangel på personell som følge av vulkanutbrudd på Island. Arbeidere som skulle delta i modifikasjonsarbeidet satt ”askefast” på land. Hendelser av denne typen kan ikke forutsees. Analysene i denne oppgaven har også forsøkt å se bort ifra ekstremverdier i begge retninger. En slik fremgangsmåte vil forventes å redusere, om ikke fjerne, effekten av slike spesielle hendelser.

Oppgaven har sett på direkte timer - beregnet fra kontraktsnormer og håndterte vekter. Dette er utgangspunktet for avregningen av målbudsjettet. Prosjektkostnaden vil selvsagt også inkludere en del indirekte timer, blant annet til administrasjon av prosjektet. Dette er ikke en del av analysen i oppgaven, men allikevel av interesse i forhold til treffsikkerheten til det normbaserte estimatet. Indirekte timer legges til som en faktor av de direkte timene i prosjektet. Denne metoden for beregning av indirekte timer, antar en lineær skalering av forhold til direkte timer på prosjektet. Dette vil sjelden være korrekt, da effekter av stordrift vil ofte være gjeldende når prosjekter øker i størrelse (Hendrickson, 1998). Samtaler med ansatte i AKSO har gitt mistanke om at en slik lineær skalering ikke er realistisk, og at mindre prosjekter vil ha større tillegg for indirekte administrasjon relativt til prosjektstørrelsen, enn store prosjekter. Dersom denne mistanken er korrekt vil det bety at målbudsjett med avregning basert på kontraktsnormer slik det er gjort i Tampen V&M vil være mer attraktivt for AKSO i store prosjekter kontra små.

11 – Konklusjoner

Resultatene fra analysen i kapittel 9, samt diskusjonen i kapittel 10, danner grunnlag for denne konklusjonen. Analysene kan ikke vise noen statistisk signifikant endring mellom de to estimeringsmetodene. Det er ikke funnet grunnlag for å hevde at den ene metoden gir mer treffsikre estimater på generelt grunnlag.

Totalt er 52 prosjektnettverk utført med målbudsjett under kontrakten Tampen V&M analysert. Totalt ga disse 52 nettverkene 195 008 fakturerte timer. De estimerte timene fra opprinnelig estimat og nytt verktøy var på henholdsvis 207 110 og 189 492.

For begge estimeringsmetodene gir avvik fra faktiske timer en tilnærmet normalfordeling. Begge estimater ansees som forventningsrette, jmf. figur 20 og tabell 9 i kapittel 9.1. Innledende analyser ser allikevel ut til å antyde at det nye verktøyet gir mer treffsikkerhet enn det opprinnelige estimatet.

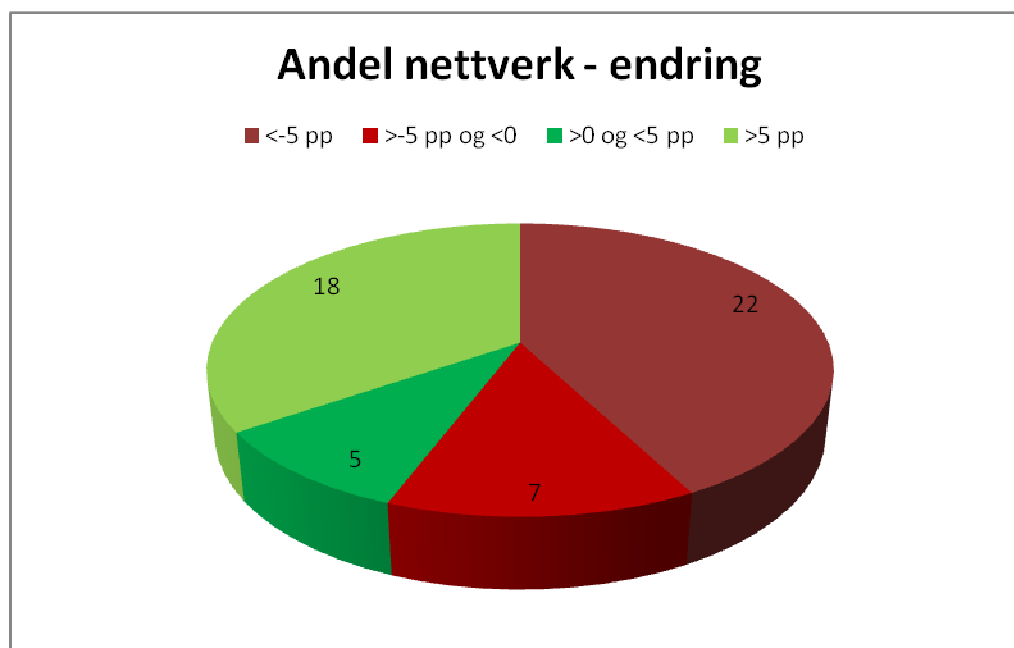
Tabell 25 oppsummerer de relative avvikene funnet for de to estimeringsmetodene. Avvikene for de to verktøyene ser ved første øyekast ut til å sprike betydelig. Gjennomsnittlig relativt avvik for det nye verktøyet er på 3,70 % mens det for det opprinnelige estimatet er på hele 11,9 %. Forskjellene er like tydelig når ekstremverdier utelates, da gjennomsnittlige avvik blir på henholdsvis -0,61 % og 6,53 %.

Tabell 25: Relative avvik for de to verktøyene

Alle nettverk		Unntatt ekstremverdier	
Opprinnelig			Opprinnelig
Gjennomsnitt	11,9 %		6,53 %
Varians	0,2356		0,0624
Nytt			Nytt
Gjennomsnitt	3,70 %		-0,61 %
Varians	0,1841		0,0599

Tallene gir grunn til å forvente en forbedret treffsikkerhet ved bruk av det nye verktøyet. De videre analysene lyktes ikke i å bevise dette statistisk og det kan dermed ikke konkluderes med noen faktisk endring i estimatenes treffsikkerhet.

Treffsikkerheten til estimatene ser ut til å variere mellom de ulike feltene. Tiden det tar å utføre arbeid ser ut til å variere mellom de ulike feltene. Verken de opprinnelige estimatene i Tampen V&M, eller estimatene utført med det nye verktøyet i denne oppgaven har tatt hensyn til ulikheter mellom plattformer eller felt. Kontrakten Tampen V&M åpnet ikke for slike hensyn i det normbaserte estimatet.



Figur 28: Andel nettverk etter endring i relativt avvik (Samme som figur 27)

Endringen mellom de to estimatene var i mange tilfeller stor. 40 av de 52 analyserte nettverkene fikk en endring på mer enn 5 prosentpoeng i relativt avvik. Endringene er relativt jevnt fordelt mellom forbedring og forverring av estimatets treffsikkerhet. Analysen kan ikke finne grunn til å forvente en umiddelbar forbedring av estimaters treffsikkerhet ved bruk av det nye verktøyet. Tilsvarende kan det ikke påvises på generelt grunnlag noen svekkelse av estimatenes treffsikkerhet.

Det nye verktøyet tenkes brukt på alle avdelinger i AKSO. Dette kan gi fordeler i form av økt læring og erfaringstall til bruk for fremtidig forbedring av verktøyet. Det er derfor oppgaveskrivers mening at innføring av det nye verktøyet vil være et positivt tiltak i arbeidet med å forbedre de normbaserte estimatene i AKSO. Dette under forutsetning av at videre arbeid vil gjøres for å kontinuerlig lære og forbedre verktøyet etter hvert som mer data fra dets bruk blir tilgjengelig.

Forslag til videre studier

- Usikkerhetsfaktorer: Analysere ulikeheter mellom felt og plattformer, herunder kulturforskjeller og ulikeheter i arbeidsmetoder og prosjekttyper.
- Analysere effekten av faktorjustering for felt i Statoil V&M kontrakten.
- Vurdering av treffsikkerheten av normbaserte estimater i små prosjekter i forhold til store prosjekter.
- Vurdere lønnsomheten av målbudsjett mot prosjektstørrelse, ref. diskusjon i kapittel 10.2.2 om skalering av administrasjonsbehov.

Kilder

Intranettkilder:

Aker Kværner Offshore Partner [AKOP] – ”Kommersiell forståelse & kommersiell fokus”, Presentasjon fra møte på Gullfaks C, 26.10.2004

Sist besøkt [31.01.2012]

<http://team.eu.enet/sites/AKOPMTK/Produksjonsmetoder/Produksjonsmetoder/Oppl ring%20sokkel/Offshore%20oppl ring%20m lbudsjett%20v0.01.ppt#436.4.Kompensasjonsmodelle>
r

AKSO, ”P004 – Prosess for Endringsstyring”, 2007

<http://team.eu.enet/sites/EDSGoverningdocuments/EDS%20Documents%20Procedures/P004/P004%20NO/P004-NO.pdf>

AKSO, ”Tampen V&M – Kontraktens omfang” 2009,

Sist besøkt:[03.05.2012]

<http://info.enet/Units/MMOEurope/Companies/AKOPAS/Projects/PP/TampenVandM/ScopeOfWork/BriefScopeOfWorkPresentation/Pages/Scopeofwork.aspx>”

AKSO, ”PEM M&M” – 2011a

Sist besøkt: [23.1.2012]

http://qlmhtml.akersolutions.com/qlm/akopas/MMONS_NOR/WorkBreakdownStructure/184e4768-fd30-4fab-8a6a-95bdb22bcaa.htm

AKSO, ”PEM – Detailing and Fabrication”, 2011b

Sist besøkt: [25.01.2012]

http://qlmhtml.akersolutions.com/qlm/akopas/MMONS_NOR/BusinessProcessNetwork/a5eb784c-8062-41d2-a6bf-1bbd52ef81da.htm

AKSO, ”Aker Solutions Project Execution Model - PEM”, 2012b,

Sist besøkt: [23. 1.2012]

<http://info.enet/UNITS/CORPORATE/OPERATINGSYSTEM/OPERATIONS/DELIVERY/PEM/Pages/default.aspx>

AKSO, ”Maintenance, Modifications and Operations” 2012c

Sist besøkt: [25.01.2012]

<http://info.enet/Units/MMOEurope/Pages/default.aspx>

Lind, Frank, – ”Erfaringstall – Kremmer nd” Foredrag, oktober 2011

[14.02.2011]

http://team.eu.enet/sites/InformasjonforInstallationManagement/Kiel%20tur%202011/Presentasjoner/Erfaringstall_Installasjonsledelse%20_Kiel_2011_rev%202.pdf

Petersen, Erik Rye – ”Endringsstyring i praksis” Foredrag, Disiplinleder Forum, 2011

<http://team.eu.enet/sites/SVM/SVMV/Business/Change%20Control/Change%20Status/Userguides%20og%20Presentasjoner/Editable%20PPT%20files/Endringsstyring%20i%20praksis%20DL%20forum.ppt>

Statoil og Aker Offshore Partner, ”Kontrakt 4600004730 kontrakt for vedlikehold og modifikasjoner mellom Statoil ASA og Aker Offshore Partner AS”, 2002.

<http://info.enet/Units/MMOEurope/Companies/AKOPAS/Projects/PP/TampenVandM/ScopeOfWork/Contract/Pages/KontraktmellomAKOPogStatoilHydro.aspx>

Statoil, Class Requirements for Cost Estimates WE0057, 2009

Sist besøkt: [03.03.2012]

<http://team.eu.enet/sites/TFETRH/100840/Shared/Contract%20doc/Various/CD/WR0057.pdf>

StatoilHydro, Technical requirements for cost estimate classes – offshore projects - TR1244, 2009

Hentet fra [03.03.2012]:

[http://team.eu.enet/sites/ESSTVPr/100640/Shared%20Area/Contract%20doc/TR%201244/TR1244\[1\].pdf](http://team.eu.enet/sites/ESSTVPr/100640/Shared%20Area/Contract%20doc/TR%201244/TR1244[1].pdf)

Nettkilder:

AKSO, “About us” - 2012a,

Sist besøkt: [25.01.2012]

<http://www.akersolutions.com/en/Utility-menu/About-us1/>

Histos, “Petroleumskartet – Snorre”, Norsk Oljemuseum og Histos, 2005 [24.02.2012]

<http://www.histos.no/oljemuseet/vis.php?id=40&kat=1>

NPD, Faktasider, Oljedirektoratet, 2012 [01.03.2012]

<http://factpages.npd.no/factpages/default.aspx>

Statoil – “Statoil operated field in Norway”, Statoil 2012 [01.03.2012]

<http://www.statoil.com/en/ouoperations/explorationprod/ncs/pages/default.aspx>

SNL - Store Norske Leksikon, 2009 Sist besøkt: [24.02.2012]

<http://snl.no/Tampenomr%C3%A5det>

Bøker:

Clark Forrest D., A.B Lorenzoni. – Applied Cost Engineering, Second edition, Dekker 1985

Gardiner, Paul D., “Project Management – A strategic planning approach” Palgrave Macmillan, 2005

Hendrickson, Chris - Project Management for Construction: Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builder, kap. 5 – Carnegie Mellon University, 1998

Tilgjengelig fra:

http://pmbook.ce.cmu.edu/05_Cost_Estimation.html

[25.01.2012]

Jacobsen, Dag Ingvar, Jan Thorsvik, “Hvordan Organisasjoner Fungerer”, Fagbokforlaget, 2007

Karlsen, Jan Terje og Peter Gottschalk ”*Prosjektledelse – fra initiering til gevinstrealisering*” kap. 10, Universitetsforlaget, 2008

Kontraktshåndbok – “Vedlikehold og modifikasjon for Tampen – Statfjord, Snorre, Gullfaks og Visund” Rev. 4, 2009

Osmundsen, Petter, - ”Kostnadsoverskridelser på sokkelen; noen betraktninger ut i fra kontrakts- og insentivteori” Beta, Tidsskrift for bedriftsøkonomi, 1/99 side 13-28, 2009

PMI (Project Management Institute), “A Guide to the Project Management Body of Knowledge” 2012

Rolstadås, A. “Praktisk prosjektstyring” 4. utgave, Tapir forlag, 2006

Walpole, Ronald E., Raymond H. Myers, Sharon L. Myers, Keying Ye – “Probability and Statistics for engineers and scientists” eight edition, Pearson, 2007

Whittaker, Roy – “Project Management in the process industries”, Wiley, 1995

Vedlegg A

Datagrunnlag for analysen

Kode	Nettverk	Estimat Gml. normer	Estimat Nye normer	Faktisk førte timer	A - Feil Gml. normer	B - Feil Nye normer	C Endring	X - Feil % Gml. normer	Y - Feil % Nye normer	Z - Forbedring %
037C	932577	1 157	1 061	1 494	-337	-433	-96	-23 %	-29 %	-6 %
037C	948252	3 286	2 451	3 395	-108	-944	-835	-3 %	-28 %	-25 %
037C	933087	3465,6	3293	3368	97	-75	22	3 %	-2 %	1 %
037C	950203	2 932	3 594	2 758	174	836	-662	6 %	30 %	-24 %
037C	948251	3 399	2 522	3 208	191	-686	-494	6 %	-21 %	-15 %
037C	938390	3 313	2 744	1 951	1 363	793	569	70 %	41 %	29 %
037C	945947	16 179	12 558	14 413	1 766	-1 855	-89	12 %	-13 %	-1 %
037C	945946	25 532	20 296	15 363	10 169	4 933	5 236	66 %	32 %	34 %
050C	919120	18 481	17 188	23 630	-5 149	-6 442	-1 293	-22 %	-27 %	-5 %
050C	943525	6248,3	6066	8409,74	-2 161	-2 344	-182	-26 %	-28 %	-2 %
050C	924463	14 279	12 999	16044	-1 765	-3 045	-1 280	-11 %	-19 %	-8 %
050K	937093	1 964	2 160	2 947	-983	-787	196	-33 %	-27 %	7 %
050K	942556	2 054	2 088	2 505	-451	-417	34	-18 %	-17 %	1 %
050C	926006	1338,7	1370	1739,09	-400	-369	31	-23 %	-21 %	2 %
050K	936867	1 911	1 810	2 300	-389	-490	-101	-17 %	-21 %	-4 %
050C	942618	636	589	766	-131	-177	-47	-17 %	-23 %	-6 %
050C	919001	995	1107	1122	-127	-15	112	-11 %	-1 %	10 %
050C	925048	600,1	514	651	-51	-137	-86	-8 %	-21 %	-13 %
050C	937772	374	291	374	0	-83	-83	0 %	-22 %	-22 %
050C	929143	2737,2	3211	2731,77	5	479	-474	0 %	18 %	-17 %
050C	937774	426,3	482	347	79	135	-56	23 %	39 %	-16 %
050C	951037	613,4	660	516,5	97	144	-47	19 %	28 %	-9 %
050C	942354	1240,9	1180	1136,5	104	44	61	9 %	4 %	5 %
050C	924998	6552,2	6249	6444,28	108	-195	-87	2 %	-3 %	-1 %
050C	931511	1 729	1 783	1 232	497	551	-54	40 %	45 %	-4 %
050C	934496	1342,3	1429	796	546	633	-87	69 %	80 %	-11 %
050C	932966	2559,9	2904	1693,5	866	1 211	-344	51 %	71 %	-20 %
050C	918007	7 005	7 658	5 578	1 427	2 080	-654	26 %	37 %	-12 %
050C	945471	3 572	3 695	1 875	1 696	1 820	-123	90 %	97 %	-7 %
050C	941970	8049,2	8952	5459	2 590	3 493	-903	47 %	64 %	-17 %
050C	926003	15060,5	14173	12176,09	2 884	1 997	888	24 %	16 %	7 %
057C	919004	100	74	269	-170	-195	-26	-63 %	-73 %	-10 %
057C	919007	160	111	384	-224	-273	-49	-58 %	-71 %	-13 %
057C	928537	4 060	3 915	8 937	-4 878	-5 022	-145	-55 %	-56 %	-2 %

Vedlegg A

Datagrunnlag for analysen

057C	918926	385	389	691	-306	-302	4	-44 %	-44 %	1 %
057C	914450	185	288	284	-99	5	94	-35 %	2 %	33 %
057C	931371	444	535	595	-152	-60	92	-25 %	-10 %	15 %
057C	933651	357	333	478	-121	-145	-24	-25 %	-30 %	-5 %
057C	918979	233	169	283	-50	-114	-64	-18 %	-40 %	-23 %
057C	920298	15 843	15 701	18 170	-2 327	-2 469	-142	-13 %	-14 %	-1 %
057C	930679	910	711	937	-27	-226	-199	-3 %	-24 %	-21 %
057C	919006	182	180	165	17	15	2	10 %	9 %	1 %
057C	936124	103	98	88	15	10	5	17 %	11 %	5 %
057C	927494	1 016	768	866	150	-98	53	17 %	-11 %	6 %
057C	921206	12 739	10 320	10 803	1 937	-483	1 454	18 %	-4 %	13 %
057C	924941	834	788	698	137	91	46	20 %	13 %	7 %
057C	919005	989	685	809	180	-124	55	22 %	-15 %	7 %
057C	918943	401	270	298	103	-28	75	35 %	-9 %	25 %
057C	918929	591	433	399	191	34	158	48 %	8 %	40 %
057C	939965	1 504	1 207	1 007	497	200	297	49 %	20 %	29 %
057C	931231	1 768	1 497	645	1 123	852	271	174 %	132 %	42 %
057C	932572	5 276	3 943	1 781	3 496	2 162	1 333	196 %	121 %	75 %

Vedlegg B

Direct Man-hours per Norm

Eksempel - Rapport av vektorer fra Promineo Cost

Norm	Descr.	Pref.no	Pref.weight	Pref.mhrs	Asse.no	Asse.weigh	Asse.mhrs	Inst.no	Inst.weight	Inst.mhrs	Tot.qty	Tot.mhrs
M.0050K.6M.A.0001			4,393	473,9		-	-		115,726	1 514,5	120,119	1 988,4
936867 - Supervanninjektor C-51 / Slisse 28, GIMLE 2			4,393	473,9		-	-		115,726	1 514,5	120,119	1 988,4
E - Electrical			-	-		-	-		5,043	73,4	5,043	73,4
630	Kaldt arbeid, Generell, Kabel installasjon	0	-	-	0	-	-	490	,008	3,9	,008	3,9
631	Kaldt arbeid, Generell, Varmekabel, "heat tracing"	0	-	-	0	-	-	1640	,001	1,6	,001	1,6
632	Kaldt arbeid, Generell, Kabelgater / -støtte	0	-	-	0	-	-	1098	,034	37,3	,034	37,3
633	Kaldt arbeid, Generell, Tilbehør, ovner, termostat, armaturer, k	0	-	-	0	-	-	777	-	-	-	-
634	Kaldt arbeid, Generell pr signal, Terminering og test pr. signal	0	-	-	0	-	-	6.1	5,000	30,5	5,000	30,5
I - Instrumentation			-	-		-	-		19,253	342,0	19,253	342,0
660	Kaldt arbeid, Generell, Feltinstrumenter, koblingsbokser	0	-	-	0	-	-	514	,020	10,3	,020	10,3
663	Kaldt arbeid, Generell, Instrument rør (tubing)	0	-	-	0	-	-	1730	,029	50,2	,029	50,2
664	Kaldt arbeid, Generell, Kabelinstallasjon	0	-	-	0	-	-	528	,105	55,4	,105	55,4
665	Kaldt arbeid, Generell, Kabelgater / -støtte	0	-	-	0	-	-	959	,089	85,4	,089	85,4
666	Kaldt arbeid, Terminering og test av signal type:, Signal enkle i	0	-	-	0	-	-	7	19,000	133,0	19,000	133,0
670	Fjerning, Generell, Felt instrumenter, koblingsbokser	0	-	-	0	-	-	360	-	-	-	-
673	Fjerning, Generell, Instrument rør (tubing)	0	-	-	0	-	-	1211	,002	2,4	,002	2,4
675	Fjerning, Generell, Kabelgater / -støtte	0	-	-	0	-	-	671	,008	5,4	,008	5,4
K - Stillas			-	-		-	-		85,800	77,2	85,800	77,2
891	Kaldt arbeid, Pr m3, Bygge/Rive Stillas aluminium	0	-	-	0	-	-	0.9	85,800	77,2	85,800	77,2
L - Piping			1,993	471,8		-	-		5,623	1 017,5	7,616	1 489,3
142	Kaldt arbeid, 6CrMo, Fra 4" og opp til og med 6"	0	-	-	0	-	-	235	1,232	289,5	1,232	289,5
142	Kaldt arbeid, 6CrMo, Fra 4" og opp til og med 6"	275	,764	210,1	0	-	-	0	-	-	,764	210,1
143	Kaldt arbeid, 6CrMo, Fra 6" og opp til og med 8"	0	-	-	0	-	-	176	2,025	356,4	2,025	356,4
143	Kaldt arbeid, 6CrMo, Fra 6" og opp til og med 8"	218	1,129	246,1	0	-	-	0	-	-	1,129	246,1
342	Fjerning, 6CrMo, Fra 4" og opp til og med 6"	0	-	-	0	-	-	117	,109	12,8	,109	12,8
500	Kaldt arbeid, Ventilator Manuelle og aktuerte, opp til og med 2"	0	-	-	0	-	-	237	,113	26,8	,113	26,8
502	Kaldt arbeid, Ventilator Manuelle og aktuerte, Fra 4" og opp til og	0	-	-	0	-	-	150	2,064	309,6	2,064	309,6
542	Fjerning, Ventilator Manuelle og aktuerte, Fra 4" og opp til og me	0	-	-	0	-	-	75	-	-	-	-
580	Kaldt arbeid, Rørstøtter, Rørstøtter	0	-	-	0	-	-	280	,080	22,4	,080	22,4
580	Kaldt arbeid, Rørstøtter, Rørstøtter	156	,100	15,6	0	-	-	0	-	-	,100	15,6
M - Material/Overflate			2,400	2,0		-	-		-	-	2,400	2,0
880	Kaldt arbeid, Pr m2, Maling	0.85	2,400	2,0	0	-	-	0	-	-	2,400	2,0
Q - Insulation			-	-		-	-		,007	4,4	,007	4,4
810	Kaldt arbeid, Termisk-, brann-, og lydisolering, Diamter <= 4"	0	-	-	0	-	-	632	,007	4,4	,007	4,4

Legend

I) Details

Norm Norm code

Descr. Description of norm

II) Prefab

Pref.norm Norm for prefabrication

Pref.weight Weigh for prefabrication

Pref.mhrs Direct man-hours for prefabrication

III) Assembly

Asse.norm Norm for assembly

Asse.weight Weight for assembly

Asse.mhrs Direct man-hours for assembly

IV) Installasjon

Inst.norm Norm for installation

IV) Installation

Inst.weight Weight installation

Inst.mhrs Direct man-hours for insatallation

V) Total

Tot.qty Total weight

Tot.mhrs Total direct man-hours