

**Kvalitetssikring av  
Prosjekt E18 Langåker - Bommestad**

**Utarbeidet av: Terramar AS**

**Dato: 11.04.2003**

## SUPERSIDE

Generelle opplysninger			Henvisning til hovedrapport
Kvalitetssikringen	Kvalitetssikrer: Terramar AS	Dato: 11.04.03	Kap. 1.1.1
Prosjektinformasjon	Prosjektnavn: E18 Langåker – Bommestad	Departement: Samferdselsdepartementet	Prosjekttype: Veitbygging
Basis for analysen	Fase: Utbygging	Prisnivå (år): 2002	Kap. 1.4.1
Tidsplan	Storingsprop.:	Prosjektoppstart: 2003	Ferdigdato: 2007
Planlagt bevilgningstakt	År:	År:	År:
Porteføljen	E18 Kopstad – Gulli, Rv 303 og Rv 306	Totalt	Kap. 1.2.2
Styringsfilosofi	HMS og kvalitet har 1. Prioritet. Kostnad og tid har 2. Prioritet.		
Anmerkninger	Oppstart av prosjektet vurderes utsatt.		

Tema/Sak				
Kontraktstrategi	<p>Entrepriseform</p> <p>Planlagt: Byggherrestyrte sideentrepriser</p> <p>Anbefalt: Det samme</p>	<p>Kompensasjonsformat</p> <p>Planlagt: Enhetspriskontrakter</p> <p>Anbefalt: Det samme</p>	<p>Anmerkninger: De tekniske grensesnittene mellom entreprisene er klare, og de to store parsell-entreprisene er av en størrelse og omfang som sikrer tilstrekkelig konkurranse i markedet. Enhetspriskontrakter vil gi den beste risikofordelingen mellom byggherre og entreprenør. De kontraktsrettslige sikringsmekanismene er standard for denne type kontrakter og godt kjent av begge parter. Dette bør gi tilfredsstillende sikring.</p>	Kap. 3
Suksessfaktorer og fallgruver	Viktigste suksessfaktorer :	Viktigste fallgruver:	Anmerkninger:	Kap. 4
	Overholde fremdriftsplanen	Undervurderer uforutsette endringer i prosjektperioden		
	Minimere endringer i forhold til byggeplan	Undervurderer forhold og problemer knyttet til grunnforhold og fundamentering		
	Unngå alvorlige arbeidsulykker i byggeperioden	Undervurderer omlegging av VIVs vannledninger		
	Gode samarbeidsforhold med entreprenører og leverandører	Undervurderer grunnervvervsprosessen		
	Grunnervvervsprosessen oppleves som ryddig og etisk av berørte parter	Undervurderer risikoen for nye og betydelige arkeologiske funn i grunnen før anleggsstart		
	God økonomistyring i prosjektet			
	Effektiv styring av prosjektet			
God kvalitetsstyring				

Estimatusikkerhet	Tre største usikkerhetselementer:			Anmerkninger: Omlagging av VIVs vannledninger er kritisk for bygging av parseller i hht. plan. Byggetid for parsellene vurderes som gjennomførbart og realistisk. Oppstart bygging av bomstasjoner synes vanskelig.	
	A2 Profil 0 til 03300 A11 Profil 3610 – 6400 B10 Bru over Lågen				
Hendelses-usikkerhet	Tre mulige hendelsene med størst kostnadskonsekvens:	P (sanns)	K (kostn.kons.)	Anmerkninger:	
	Marked	100	-137; 4; 152		
	Endringer	80	-30; -2; 26		
	Omlagging VIV	100	5; 15; 40		
Risikoreducerende tiltak	Mulige/anbefalte tiltak:			Forventet Kostnad:	Kap. 6
	Kvalitetssikre fremdriftsplan, byggeplan, prosjekteringsgrunnlag og anbudsgrunnlag				
	Etablere gode rutiner for endringshåndtering				
	Utsette oppstart av parsellene minimum 1 år				
	Kontrakt med VIV og tett oppfølging av omlaggingingsarbeidet				
	Godt samarbeid med Veg- og trafikketaten mht. midlertidig trafikkomlegging				
	Starte omlagging av vannledning og arkeologiske undersøkelser i hht. plan				
	God styring og oppfølging av entreprenører				
Reduksjoner og forenklinger	Mulige/anbefalte tiltak:			Forventet Besparelse:	Kap. 7
	Kutte lengde på tunnel ved Amundrød fra 300m til 150m			25	
	Endre type overgangsbruer			2.4	
	Forenkle overvannbasseng i Bommestad-området			4	
	Erstatte Ringdal overgangsbro med veg under langsgående bro			0.6	
	Ikke bygge gang-/ sykkelsti langs Fv. 206			1.5	
	Forenkle tiltak i forbindelse med viltkorridor			3	
	Ikke gjennomføre tiltak langs eksisterende E18			15	
	Korte inn ombygging av Rv. 40			9	
Kutte ut belysning mellom kryss			3		
Tilråinger om kostnadsramme og usikkerhets-avsetninger	Forventet kostnad	P50	1.140		Kap. 8
	Anbefalt kostnadsramme	85 % sikkerhets-nivå fratrukket forenklinger og reduksjoner (36 mnok)		1.244	
	Styringsmål for prosjektleder	Ikke angitt da dette bør avtales mellom prosjekteier og prosjektleder			
	Mål på usikkerhet	St. avvik	131	For etat/styringskomite	
	Usikkerhetsspenn	10%-90%	982 – 1 313	For departement	

<p>Tilråding om organisering og styring</p>	<p>Organisasjonskartet for prosjektet bør vise hvem prosjektet rapporterer til og K-HMS ansvarlig. Sentral prosjektstyringsfunksjonen bør etableres i stab under prosjektleder.</p> <p>Det er viktig at de overordnede ansvarslinjene er klare, dvs. at prosjektet rapporterer til regionvegsjefen eller til en representant som har regionvegsjefens fullmakter i <u>alle</u> forhold som angår prosjektet. Terramars tilråding er at prosjektet E18 Langåker-Bommestad rapporterer til regionvegsjefen.</p> <p>Nødvendig kapasitet og kompetanse bør sikres ved forpliktende ressursavtaler mellom prosjektorganisasjonen og linjeorganisasjonen.</p> <p>Det bør innarbeides i styrende dokument hvordan usikkerhetsreserven skal disponeres, inkl. mekanismer for justering av forventet kostnad og prognostisering.</p> <p>Styringsmål for prosjektleder bør avtales mellom regionvegsjefen og prosjekteier. Styringsmålet bør ligge under forventet kostnad, slik at prosjektleder har noe å strekke seg etter samtidig som det oppfattes som realistisk.</p> <p>Det bør fremkomme hvordan prosjektet har planlagt å gjennomføre systematisk styring av usikkerhet gjennom hele prosjektets levetid.</p>	<p>Kap. 9</p>
<p>Anmerkninger</p>	<p>&lt; fritekst &gt;</p>	

Alle beløp er angitt i MNOK

## **SAMMENDRAG (EXECUTIVE SUMMARY)**

### **Innledning**

Terramar AS har Rammeavtale med Finansdepartementet om kvalitetssikring av store statlige investeringer før disse legges fram for Stortinget. Oppdraget er utført i perioden januar til april 2003.

Samferdselsdepartementet har i henhold til ovennevnte avtale gitt Terramar i oppdrag å Kvalitetssikre Statens vegvesen Vegdirektoratet sitt prosjekt E18 Langåker - Bommestad som er en opprusting av E18 gjennom Vestfold fylke med 8.2 km ny firefelts motorveg. Anlegget inkluderer planskilte kryss, kryssende broer, fjelltunnel, bro over Lågen og bomstasjoner. Ny trasé skal gå i parallell med eksisterende veg som utbedres i tilknytningspunktene Langåker i Sandefjord kommune og Bommestad i Larvik kommune. Byggeplanfasen har startet, og prosjektet er i ferd med å kontrahere prosjekterings-tjenester parallelt med kvalitetssikringsoppdraget. Forutsetningen for kvalitetssikringen er at anlegget skal stå ferdig i løpet av 2007. Prosjektet er forutsatt 100 % bompengefinansiert.

### **Hovedkonklusjoner**

Prosjektet er veldefinert og entydig teknisk avgrenset. Prosjektmaterialer er godt gjennomarbeidet med en tilstrekkelig detaljeringsgrad både for beskrivelse, tegninger og kostnadsoverslag. Styringsdokumentasjonen gir tilstrekkelig grunnlag for kvalitetssikring og risikovurdering. Terramar har fått et godt inntrykk av prosjektorganisasjonen som allerede er på plass.

Prosjektet er i oppstarten av byggeplanfasen og Terramar vil påpeke enkelte forhold relatert til prosjektets gjennomføring som bør bearbeides videre. Dette er i første rekke knyttet til å:

- forbedre målformuleringene
- beskrive prinsipper for styring av prosjektet
- avklare hvordan usikkerhetsavsetningen skal disponeres og styres
- beskrive oppfølging av usikkerhetsfaktorer
- etablere samlet, overordnet fremdriftsplan
- revidere kvalitetsplanen og miljøoppfølgingsprogrammet

Terramar anbefaler at prosjektleder rapporterer direkte til regionveg sjefen.

## **Anbefalt kostnadsramme**

Prosjektets totale kostnader er analysert med hensyn til usikkerhet. Usikkerhetsspennet varierer mellom 1 010 MNOK og 1 280 MNOK for henholdsvis 15% og 85% sikkerhetsnivå.

Terramar anbefaler en kostnadsramme på 1 244 MNOK som tilsvarer 85% nivå på S-kurven, fratrukket forenklinger og reduksjoner som krever beslutning i prosjekteringsfasen og byggefasen.

## **Tilleggsvurdering: Konsekvensvurdering av utsatt byggeoppstart av parseller**

Forventet totalkostnad (P50) reduseres med ca 30 MNOK (i fast kroneverdi) dersom byggeoppstart parseller utsettes fra 2004 til 2005. Dette skyldes at risikoen knyttet til grunnerv og omlegging av vannledning reduseres vesentlig. Samtidig øker den totale usikkerheten pga. økt markedsusikkerhet. Men den totale risikoen (målt ved P85-verdien i faste kroner) øker ikke. Etter 2005 øker markedsusikkerheten slik at total risiko i prosjektet øker (høyere P85-verdier).

Basert på foreliggende informasjon viser analysen at 2005 synes å være et optimalt tidspunkt for oppstart da det gir den beste kombinasjonen av forventet kostnad og risiko. Dette under forutsetning av at VIVs omlegging av vannledning samt grunnervsprosessen starter i inneværende år som forutsatt.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>SUPERSIDE</b> .....	<b>2</b>
<b>SAMMENDRAG (EXECUTIVE SUMMARY)</b> .....	<b>5</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>9</b>
1.1 Dokumentets oppbygging.....	9
1.2 Generelt.....	9
1.2.1 <i>Bakgrunn for analysen</i> .....	9
1.2.2 <i>Forutsetninger og krav for analysen</i> .....	9
1.2.3 <i>Referansedokumenter</i> .....	10
1.2.4 <i>Referansepersoner</i> .....	11
1.3 Beskrivelse av prosjektet.....	11
1.3.1 <i>Overordnet beskrivelse</i> .....	11
1.3.2 <i>Overordnede rammer</i> .....	11
1.3.3 <i>Prosjektets mål</i> .....	12
1.3.4 <i>Opprinnelig kostnadsoverslag og fremdriftsplan</i> .....	13
1.4 Om analysen .....	14
1.4.1 <i>Analyseprosessen</i> .....	14
1.4.2 <i>Metode</i> .....	14
1.5 Spesielt for denne analysen .....	14
<b>2 SENTRALT STYRINGS-DOKUMENT</b> .....	<b>15</b>
2.1 Generelt.....	15
2.2 Tilrådinger.....	15
<b>3 KONTRAKTSTRATEGI</b> .....	<b>17</b>
3.1 Gjennomføringsstrategi .....	17
3.2 Kontraheringsprosessen .....	17
3.3 Spesifikasjonsgrad i anbud .....	18
3.4 Entrepriseform / kontraktsformat .....	18
3.5 Kompensasjonsformat og incitamenter .....	19
3.6 Strategi for ansvars- og risikofordeling.....	19
3.6.1 <i>Byggherrestyrte sideentrepriser</i> .....	19
3.6.2 <i>Grad av kostnadskontrakt eller priskontrakt</i> .....	19
3.7 Kontraktsrettslige sikringsmekanismer.....	20
3.7.1 <i>Krav til tilbyders kvalifikasjoner</i> .....	20
3.7.2 <i>Tildelingskriterier</i> .....	21
3.8 Tilrådinger.....	21
<b>4 SUKSESSFaktorER / FALLGRUBER</b> .....	<b>23</b>
4.1 Generelt.....	23
4.2 Interessentanalyse .....	23
4.3 Suksessfaktorer.....	23

4.4	Fallgruber .....	25
4.5	Tilrådinge.....	26
<b>5</b>	<b>USIKKERHETSANALYSE.....</b>	<b>27</b>
5.1	Generelt om usikkerhetsanalysen .....	27
5.2	Estimatusikkerhet .....	27
5.2.1	<i>Overordnet kalkylestruktur.....</i>	<i>27</i>
5.2.2	<i>Kalkylemessig usikkerhet .....</i>	<i>27</i>
5.2.3	<i>Verifikasjon av grunnkalkyle .....</i>	<i>28</i>
5.2.4	<i>Andre vurderinger enn prosjektets .....</i>	<i>28</i>
5.3	Hendelsesusikkerhet .....	29
5.3.1	<i>Andre vurderinger enn prosjektets .....</i>	<i>30</i>
5.4	Framdriftsusikkerhet.....	30
5.5	Resultat av usikkerhetsanalysen.....	31
5.6	Tilleggsvurdering: sensitivitetsanalyse utsatt byggeoppstart .....	32
5.6.1	<i>Metode for vurdering av markedsusikkerhet .....</i>	<i>33</i>
5.6.2	<i>Resultater.....</i>	<i>34</i>
5.6.3	<i>Konklusjon – tolking av resultater.....</i>	<i>36</i>
<b>6</b>	<b>TILTAK FOR REDUKSJON AV RISIKO .....</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>REDUKSJONER OG FORENKLINGER.....</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>TILRÅDING AV KOSTNADSRAMME OG AVSETNINGER.....</b>	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>ORGANISERING OG STYRING.....</b>	<b>41</b>
9.1	Organisering av prosjektet .....	41
9.2	Linjens styring av prosjektet.....	41
9.3	Styring .....	42
9.3.1	<i>Rapportering og oppfølging .....</i>	<i>42</i>
9.3.2	<i>Styring av usikkerhet .....</i>	<i>43</i>
9.3.3	<i>Styring av avsetning for usikkerhet.....</i>	<i>43</i>
9.4	Tilrådinge.....	44
<b>10</b>	<b>FORSLAG OG TILRÅDINGER SAMLET .....</b>	<b>46</b>

**BILAG:**

- B1: Oversikt over dokumentunderlag
- B2: Oversikt over møter og samtaler
- B3: Vurdering av styringsdokument
- B4: Metodebeskrivelse av usikkerhetsanalysen
- B5: Usikkerhetsanalysen med resultater
- B6: Referansesjekk



B7: PowerPoint presentasjon

B8: Metodebeskrivelse vurdering av markedsusikkerhet

## **VEDLEGG:**

Rapport og bilag på diskett

# **1 INNLEDNING**

## **1.1 Dokumentets oppbygging**

Dokumentets struktur reflekterer ny rapportmal. Rapporten er bygd opp som følger:

- *Beskrivelse:* Beskriver gjennomgang og analyse av respektive emne.
- *Vurdering:* Oppsummerer Terramars vurdering av respektive delkapitlet.
- *Tilråding:* Oppsummerer Terramars tilrådinge for respektive kapitler i sin helhet.

## **1.2 Generelt**

### *1.2.1 Bakgrunn for analysen*

Prosjekt E18 Langåker – Bommestad er analysert i henhold til Rammeavtale med Finansdepartementet om kvalitetssikring av store statlige investeringer<sup>1</sup>.

Hensikten med kvalitetssikringen er å gi Oppdragsgiver (Samferdselsdepartementet og Finansdepartementet) en uavhengig analyse av prosjektet før det legges fram for Stortinget. Analysen inkluderer kontroll av grunnlaget for prosjektet, usikkerhetsanalyse av kostnadsrammen og vurdering av prosjektets styringsmessige utfordringer, herunder kontraktuelle forhold.

### *1.2.2 Forutsetninger og krav for analysen*

Forutsetninger for analysen er oppstartstidspunkt som gitt i styrende dokument:

- Byggefase parseller fra mai 2004 til november 2007.
- Byggefase bomstasjoner fra desember 2003 til juni 2004 (Prosjektet har indikert forskjøvet tidspunkt for bygging av bomstasjoner lik at de ferdigstilles samtidig med parsellene).

---

<sup>1</sup> Rammeavtale mellom Finansdepartementet og Terramar AS om "Kvalitetssikring av kostnads-overslag, herunder risikoanalyse for store statlige investeringer" (Finansdepartementet juni 2000)

- Prosjektorganisasjonen skal også bemanne prosjektet E18 Kopstad - Gulli og utføre restarbeider på Gutu-Kopstad (Grad av parallellitet med prosjektet Kopstad-Gulli er ikke belyst i styrende dokument).

### *1.2.3 Referansedokumenter*

Som underlag for kvalitetssikringen har Terramar benyttet dokumenter fra prosjektet og informasjon fremkommet på møter, se Bilag B1 "Oversikt over dokumentunderlag".

#### 1.2.4 Referansepersoner

Navn	Firma	Stilling
Peder A. Berg	Finansdepartementet	Avdelingsdirektør
John Ulrikson	Samferdselsdepartementet	Dept. kontaktperson
Arne Birkeland	Statens vegvesen Region Sør	Leder Utbyggingsstab
Karl Høiland	Statens vegvesen Region Sør	Prosjektleder

### 1.3 Beskrivelse av prosjektet

#### 1.3.1 Overordnet beskrivelse

Prosjektet E18 Langåker - Bommestad er en del av opprustingen av E18 gjennom Vestfold fylke med 8.2 km ny firefelts motorveg. Ny trasé skal gå i parallell med eksisterende veg som utbedres i tilknytningspunktene Langåker i Sandefjord kommune og Bommestad i Larvik kommune. Anlegget inkluderer 6 langsgående bruer (4-felts) med en samlet lengde på 885 m, 1 viltlokk, 1 kulvert, 4 kryssende broer med en samlet lengde på 238 m og en 300 m lang tunnel.

Vegstrekningen er delt inn i to parseller: Parsell 1 Langåker – Amundrød (nord) og Parsell 2 Amundrød – Bommestad (syd).

I tillegg kommer omlegging av Rv 40 Lågendalsvegen, omlegging av Fv 204, 207 og 205, adkomstveger til Daneboåsen og Ringdalsskogen, 3 planskilte kryss og omlegging av enkelte private veger.

Prosjektet medfører at Vestfold Interkommunale Vannverk (VIV) må legge om deler av sin vannledning. Vannledningen forsyner 2/3 av innbyggerne i Vestfold fylke.

Før anleggsarbeidet igangsettes skal det gjennomføres arkeologiske utgravninger.

#### 1.3.2 Overordnede rammer

Reguleringsplanen for Langåker – Bommestad ble godkjent i Sandefjord og Larvik kommuner henholdsvis 27.06.02 og 22.05.02. Reguleringsplanen for bomstasjonene planlegges godkjent i Sandefjord og Larvik kommuner henholdsvis 24.04.03 og 23.04.03.

Prosjektet er ett av flere prosjekter i forbindelse med Nye E18 Vestfold (E18 Langåker – Bommestad, E18 Kopstad – Gulli, Rv 303 og Rv 306). E18 Langåker – Bommestad og E18 Kopstad - Gulli har ikke fysisk grensesnitt. Avhengighetsforholdet mellom prosjektene vil stort sett være av organisasjonsmessig karakter, avhengig av grad av parallellitet på prosjektene.

E18 Langåker - Bommestad er forutsatt 100% bompengefinansiert. Prosjektets finansiering er ikke nærmere vurdert i kvalitetssikringen.

Byggestart sommeren 2004 forutsetter at bompengeproposisjonen vedtas i Stortinget våren/høsten 2003.

Statens vegvesen Vestfold har utarbeidet et "Miljøoppfølgingsprogram for nye E18 Vestfold: Langåker – Bommestad" (MOP) som er en del av reguleringsplanen. MOP vil bli videreutviklet og fulgt opp gjennom byggeplanfasen ved kontrahering og i anleggsfasen.

Det er gjennomført en arkitektkonkurranse om utformingen av brokonstruksjonen over Lågen ved Bommestad. Denne vil være førende for utforming av broløsning.

### **Vurdering**

- Prosjektet er veldefinert og entydig teknisk avgrenset.

#### *1.3.3 Prosjektets mål*

De mål som er definert og som prosjektet vil bli evaluert på i ettertid når anlegget er fullført og i drift, er delt i to nivåer: samfunns mål og effektmål. Disse skal benyttes for å avgjøre om prosjektet kan betraktes som en suksess eller ikke, når anlegget er ferdig og satt i drift. Oppnåelse av resultatmålene vurderes i prosjektets levetid / ferdigstilling.

Nedenunder følger prosjektets mål slik de er gitt i Sentralt Styringsdokument kap. 1.2. Tilrådinger er gitt i kapittel 2.2 i denne rapporten.

#### **Samfunns mål:**

- redusere ulykkesnivået
- bedre trafikkavvikling og regularitet
- løse miljøproblemene langs eksisterende E18
- sikre en ensartet standard på stamveggruten

#### **Effektmål:**

Effektmålene er tallfestede beregninger utført med Vegvesenets dataprogram EFFEKT 5. Den økonomiske kost/nyttebrøken for prosjektet er 6.87, dette pga. forutsetning om 100% bompengefinansiering.

#### **Resultatmål:**

- HMS: Ingen alvorlige ulykker eller hendelser i anleggsperioden
- Kvalitet: Standardklasse H1 med dimensjonerende hastighet 120 km/t

- Kostnad: 1 150 MNOK (4. Kvartal 2002)
- Tid: Byggestart parseller mai 2004, byggestart bomstasjoner desember 2003, ferdigstilling 2007.

#### Prioritering av mål:

Mål om riktig kvalitet og innen HMS prioriteres høyest. Ingen innbyrdes prioritering av mål for kostnader og tid.

#### Prosessmål:

Fokus på oppbygging og bevaring av kompetanse i prosjektet.

#### Vurdering

- Det er vanskelig å måle i etterkant om effektmålene er oppnådd fordi disse ikke er konkrete nok. Prosjektet har gjennomført en grundig interessentanalyse, noe som er et utmerket utgangspunkt for å konkretisere effektmålene.
- Resultatmålene for tid er rundt formulert (f.eks. planlagt åpningsår 2007), og bør konkretiseres.
- Resultatmål for HMS kommer ikke klart frem; det henvises til kapittel 3.5 i Sentralt Styringsdokument som i stor grad beskriver hvordan K-HMS aktiviteter skal organiseres og gjennomføres. MOP beskriver mål og tiltak for 8 utvalgte HMS områder, og bør kunne være et utgangspunkt for HMS mål på overordnet nivå.

#### *1.3.4 Opprinnelig kostnadsoverslag og fremdriftsplan*

Prosjektets eget kostnadsoverslag på 1 150 MNOK (prisnivå 4. kvartal 2002) er fremkommet gjennom en kvalitetssikring med ANSLAGS-prosessen i regional kostnadsgruppe. Inkludert i dette er en usikkerhetspost på 91 MNOK. ANSLAG-beregningen viser at det er 87 % sannsynlighet for at kalkylen ligger innenfor +/- 10 %.

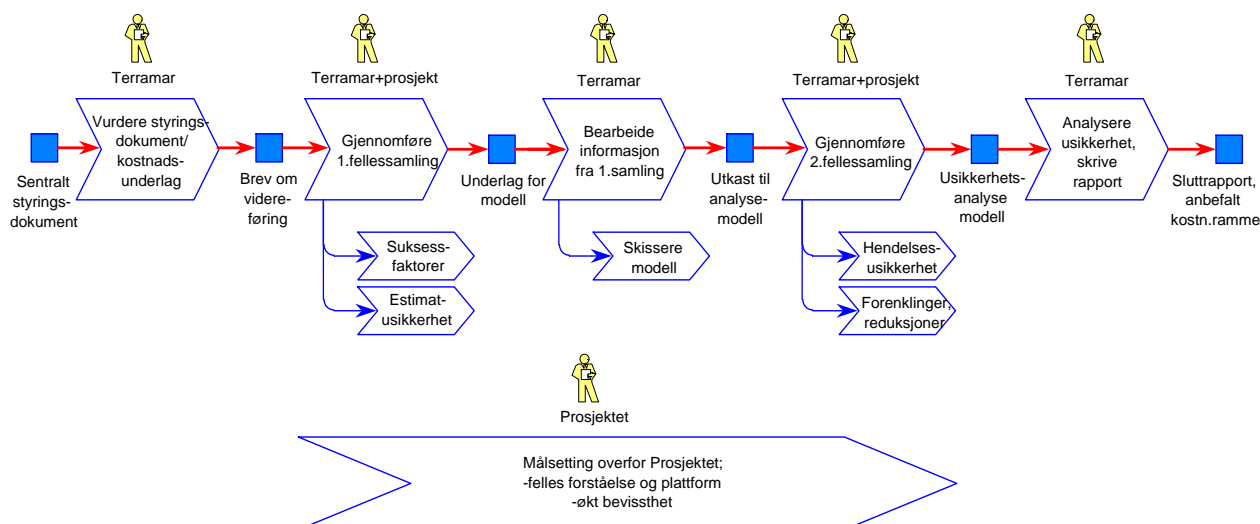
Fremdriftsplanen i Sentralt Styringsdokument viser

- start prosjektering byggeplan medio mars 2003
- byggestart bomstasjoner desember 2003, ferdig juni 2004
- byggestart parsell 2 mai 2004, ferdig 4. kvartal 2007
- byggestart parsell 1 oktober 2004, ferdig 4. kvartal 2007

## 1.4 Om analysen

### 1.4.1 Analyseprosessen

Terramar har på bakgrunn av informasjon fra prosjektet, tilleggsinformasjon fra eksterne aktører og egne erfaringer, analysert styrende dokumentasjon og utarbeidet en usikkerhetsmodell for prosjektet. Prosessen er illustrert under.



### 1.4.2 Metode

Se Bilag 4 "Metodebeskrivelse av usikkerhetsanalysen".

## 1.5 Spesielt for denne analysen

Den kvantitative usikkerhetsanalysen baserer seg på strukturen og tallunderlag presentert i dokumentet "E18 Langåker - Bommestad. Kvalitetssikring av kostnadsoverslag".

Kostnadsoverslaget består av et antall elementer (f.eks. vegparsell) hvor kostnadene er anslått på grunnlag av erfaringspriser fra sammenlignbare prosjekter.

Melbø Prosjektkompetanse AS har bistått Terramar med vurdering og kvalitetssikring av teknisk løsning og kostnadskalkyle. Underlag for prosjektet er sammenlignet med erfaringsdata fra andre relevante prosjekter.

**Prognosesenteret AS har bistått med vurdering av prognose for anleggsmarkedet i perioden 2004 - 2007.**

## 2 SENTRALT STYRINGSDOKUMENT

### 2.1 Generelt

Med Sentralt Styringsdokument menes et overordnet dokument som beskriver prosjektstrategien for å nå prosjektets mål. I samsvar med rammeavtalen skal Terramar påse at prosjektet har et Sentralt Styringsdokument og vurdere om dette gir tilstrekkelig grunnlag for risikovurdering og den etterfølgende styring av prosjektet.

Statens vegvesen Region Sør (Statens vegvesen Vestfold) har utarbeidet et omfattende Sentralt Styringsdokument for dette prosjektet.

#### Vurdering

- Terramar anser Sentralt Styringsdokument m/vedlegg tilstrekkelig som grunnlag for kvalitetssikring og risikovurdering av prosjektet.
- I den fasen prosjektet befinner seg i nå, byggeplanfasen, vil prosjektstyringsbasis fungere som et beslutningsgrunnlag og som et styringsgrunnlag for prosjektering.
- Styringsdokumentet gir en god beskrivelse av hvordan prosjektet teknisk sett er tenkt gjennomført. Dokumentet dekker de fleste temaer som bør inngå i et styringsdokument. Styringsdokumentet bør suppleres på følgende punkter: konkrete effektmål som kan etterprøves, prinsipper for styring av prosjektet, beskrivelse av hvordan usikkerhetsavsetningen skal disponeres og styres, beskrivelse av oppfølging av usikkerhetsfaktorer, samt en overordnet, samlet plan.

### 2.2 Tilrådinger

- Effektmålene bør konkretiseres, slik at det er mulig å måle i etterkant om de er oppnådd.
- Resultatmålene bør skilles fra prosjektbeskrivelsen slik at de trer klarere frem, og HMS-mål bør samles i respektive kapitler i Sentralt Styringsdokument.
- Sentralt Styringsdokument (inkl. vedleggene) bør oppdateres for å reflektere ny organisasjon av Region Sør per 01.01.03, K-HMS plan for byggefasen, og reviderte fremdriftsplaner.
- Prosjektnedbrytningsstrukturen foreligger ikke på en form som er egnet for styring og oppfølging av kontraktene kommersielt og fremdriftsmessig, og den må derfor omstruktureres i henhold til kontraktsstrategien.
- Det må utarbeides et helhetlig planhierarki i samsvar med prosjektets nedbrytningsstruktur. Prosjektets hovedframdriftsplan må vise alle hovedaktiviteter, beslutninger,

milepæler og grensesnitt. Videre detaljering av denne bør favne alle prosjektets aktiviteter, f.eks. VIV, grunnnerv, arkeologiske utgravninger.

- Prosedyre for etablering og endring av prosjektstyringsbasis bør tas inn i kvalitetsplanen.
- Kvalitetsplanen for byggefasen er under utarbeidelse. Kontrollfunksjonen i byggefasen er viktig for gjennomføring av denne type prosjekter. Dette er ikke omhandlet i kvalitetsplanen for byggeplanfasen og bør beskrives for byggefasen.
- Prosedyre for avviksbehandling er utarbeidet i en foreløpig utgave. Det anbefales at det utarbeides en prosedyre for endringshåndtering.
- "Miljøoppfølgingsprogram for nye E18 Langåker-Bommestad" bør revideres, slik at mål og tiltak skilles. Målene bør kvantifiseres for å muliggjøre oppfølging underveis i byggefasen.



### 3 KONTRAKTSTRATEGI

"Kontraktstrategi" er ifølge PS2000 definert som;

*Retningslinjer for hvordan arbeidsomfanget skal inndeles i kontrakter, hva kontraktene skal inneholde, hvilke kontraktstyper som skal brukes, hvordan kontraktene skal inngås og hvordan de skal administreres.*

Valg av kontraktstrategi gir føringer for oppfølging og styring i prosjektgjennomføringen. Forhold som kan ha betydning for valg av en kontraktstrategi vil være:

- Interne forhold: Prosjektorganisasjonens størrelse, kompetanse og erfaring, oppgavens kompleksitet og tekniske innhold, risiko- og ansvarsvurdering, brukermedvirkning, framdrift og økonomi.
- Eksterne forhold: Markedssituasjon, entreprenør-/leverandørkompetanse og kapasitet, lokalisering, norsk-/utenlandsandel, lover og forskrifter.

#### 3.1 Gjennomføringsstrategi

Til grunn for prosjektets gjennomføringsstrategi ligger en fasemodell i henhold til Håndbok 151. Gjennomføringsstrategien for utbyggingsfasen er basert på angrepspunkter som muliggjør arbeid på flere deler av parsellene samtidig, rekkefølge av arbeidene, transportretninger og forhold til omgivelsene. Det forutsettes ingen delåpninger av anlegget før endelig ferdigstillelse.

#### Vurdering

- Betrachninger knyttet til valg av arbeidsrekkefølge bør tydeliggjøres.

#### 3.2 Kontraheringsprosessen

Lov om offentlige anskaffelser og Forskrift om offentlige anskaffelser vil bli fulgt for alle entreprisene og varekjøp. Håndbok 066 "Anbudsgrunnlag bygg- og anleggsarbeider" inneholder kontraktsbestemmelser.

#### Vurdering

- Håndbok 066 nylig er korrigeret og ajourført, og det er derfor viktig at prosjektorganisasjonen blir oppdatert på alle endringer og bruker disse.

### **3.3 Spesifikasjonsgrad i anbud**

Håndbøkene 025 "Prosesskode –1, Standard arbeidsbeskrivelse for vegarbeidsdriften" og 026 "Prosesskode –2, Standard arbeidsbeskrivelse for bruer og kaier" benyttes som grunnlag for tekniske spesifikasjoner og poster/prosesser for enhetspriser. I tillegg brukes NS 3420 og andre relevante norske og utenlandske standarder som grunnlag for tekniske beskrivelser.

#### **Vurdering**

- Spesifikasjonsgraden anses som hensiktsmessig for denne type arbeid.

.

### **3.4 Entrepriseform / kontraktsformat**

Prosjekteringen deles opp i 1 anbud for veg/tunnel, og 3 anbud for bru (parsell 1, parsell 2 og Bommestad bruer).

Utbyggingen planlegges gjennomført med 2 større parseller hvor kontraktene organiseres som byggherrestyrte, sideordnede entrepriser. Hver entreprise vil ha byggherrens byggeleder som ansvarlig part under utførelsen. Utbyggingen av parsellene vil hovedsakelig pågå parallelt, noe som ivaretar behovet for rask utbygging.

Det planlegges egen kontrakt for bomstasjonene.

I tillegg vil det bli mindre entrepriser på kompletterende arbeider og vegutrustning (elektroarbeider, veglys for dagstrekning, skilt og merking og asfaltering).

Utbyggingen medfører at VIV må legge om deler av sin vannledning. VIV er byggherre for tiltaket, men prosjektet skal betale en andel av disse kostnadene. Risikodeling mellom VIV og prosjektet er 50/50 ved over-/underskridelse av budsjett.

#### **Vurdering**

- Den valgte kontraktsstrategien med oppdeling i kontrakter synes fornuftig. De tekniske grensesnittene mellom entreprisene / kontraktene er klare, og de to store entreprisene er av en størrelse og omfang som sikrer tilstrekkelig konkurranse i markedet.
- Betrakninger knyttet til markedsforhold og hvorfor prosjektet velger å dele vegstrekningen i 2 parseller bør tydeliggjøres.

### 3.5 Kompensasjonsformat og incitamenter

Det planlegges å bruke enhetspriskontrakter.

#### Vurdering

- Enhetspriskontrakt er kjent og bør gi god mulighet for styring, se også pkt. 3.6.2.

### 3.6 Strategi for ansvars- og risikofordeling

#### 3.6.1 Byggherrestyrte sideentrepriser

For hver av de to parsellene har prosjektet valgt å organisere kontraktene som byggherrestyrte, sideordnede entrepriser. Ved byggherrestyrte, sideordnede entrepriser inngår byggherren egne kontrakter med arkitekt/tekniske rådgivere og entreprenører for forskjellige deler av arbeidet. Byggherren administrerer og koordinerer de prosjekterende og sideentreprenørene selv.

#### Vurdering

- De fysiske grensesnittene mellom de to parsellene, og dermed grensesnittene mellom de to parsell-entreprisene, er oversiktlige og klare. Prosjektering og bygging gjennomføres sekvensielt. Risikoen knyttet til styring mellom prosjekteringskontraktene og de to parsell-entreprisene anses som liten.
- Grensesnitt mellom entrepriser innenfor hver parsell er relativt få og veldefinerte. Den styringsmessige risikoen anses som akseptabel.
- Utfordringen for byggherren i byggefasen blir å styre de to store parsell-entreprisene, spesielt å styre trafikkavviklig og bygging i Bommestadområdet, samt følge opp VIVs omlegging av vannledning.

#### 3.6.2 Grad av kostnadskontrakt eller priskontrakt

Valg av en ren *kostnadskontrakt* vil legge den største økonomiske risikoen på kjøpers hånd, mens i en ren *fastpriskontrakt* vil leverandøren bære kostnadsrisikoen. En vesentlig forutsetning for fastpriskontrakter er at leveransen er godt spesifisert med hensyn til løsnings- eller funksjonskrav.

Prosjektet planlegger å gjennomføre entreprisene som enhetspriskontrakter. Enhetspriskontrakt er en type fastpriskontrakt, som benyttes i de tilfeller hvor det er vanskelig å anslå eksakte mengder ved kontraktstildeling. Kontraktsummen må derfor baseres på anslåtte mengder med tilhørende enhetspriser. Byggherren bærer risikoen for mengdeendringer, mens entreprenøren er ansvarlig for enhetsprisene.

### **Vurdering**

- Enhetspriskontrakter vil gi en balansert risikofordeling mellom byggherre og entreprenør.

### **3.7 Kontraktsrettslige sikringsmekanismer**

Det anvendes en byggherrestyrt kontraktsmodell basert på norsk standard NS 3430 "Alminnelige kontraktsbestemmelser om utførelse av bygg- og anleggsarbeider" med endringer og administrative bestemmelser, ref. Håndbok 066: Utbetaling skal skje iht. produksjon, entreprenøren må stille garanti, holde kontraktsarbeidene forsikret og ha ansvarsforsikring. Statens vegvesen stiller ikke garanti i sine kontraktsforhold.

Forsinket leveranse reguleres av en klausul for dagmulkt. Erstatning kan ved forsettlig eller grov uaktsomhet kreves istedenfor dagmulkt.

### **Vurdering**

- De kontraktsrettslige sikringsmekanismene er standard for denne type kontrakter og godt kjent av begge parter. Dette bør gi prosjektet tilfredsstillende kontraktuell sikring.

#### *3.7.1 Krav til tilbyders kvalifikasjoner*

I følge retningslinjene i Håndbok 066, kapittel D "Spesielle tilbudsregler" (ajourført 16.12.02), stilles det krav til at byggherren skal velge mellom forenklet eller full firmakvalifisering. Krav til tilbyders kvalifikasjoner er ikke omtalt i Sentralt Styringsdokument. Forenklet firmakvalifisering innebærer følgende punkter:

- Firmaets erfaring fra tilsvarende arbeider
- Vegvesenets erfaring med firmaet
- Bemanning – plan for gjennomføring
- Kvalitetssikringssystem/internkontrollsystem
- Firmaets omsetning
- Likviditet/soliditet

Full firmakvalifisering innebærer i tillegg følgende punkter:

- Maskiner og utstyr
- Teknisk kompetanse
- CV for nøkkelpersonell

- Annet (eventuelt)

### 3.7.2 Tildelingskriterier

I henhold til Håndbok 066 kapittel D "Spesielle tilbudsregler" er standardtilfellet at tildeling av kontrakt skal skje på grunnlag av økonomisk mest fordelaktig tilbud. Ved vurdering skal det tas hensyn til kriterier som pris, kvalitet, leveringstid, drifts- og vedlikeholdskostnader og estetiske og funksjonsmessige egenskaper. Tildelingskriterier er ikke omtalt i Sentralt Styringsdokument.

## 3.8 Tilrådinger

- Gjennomføringsstrategien og kontraktsstrategien bør omtale hvordan prosjektet skal følge opp VIVs omlegging av vannledning, samt de arkeologiske utgravningene.
- Kontraktsstrategien bør også omtale prosjekteringsfasen.
- Det bør komme klarere frem at de mindre entreprisene (elektroarbeider, veglys for dagstrekning, skilt og merking og asfaltering) skal være byggherrestyrte sideentrepriser.
- Siden risikoen for mengder ligger hos byggherren, krever dette nøye oppfølging av detaljprosjektering og gjennomføring av entreprisene. Prosjektorganisasjonen må være bemannet for å ivareta dette.
- Entreprenøren skal ha oppgjør etter faktisk utførte mengder. Prosjektet skal ta i bruk dataverktøyet GPROG for oppfølging av mengder, enhet og enhetspris. Det blir viktig å gi opplæring i systemet hos dem som skal benytte det, og følge rutiner rundt avregning av mengder.
- Krav til tilbyders kvalifikasjoner er ikke beskrevet. Kontraktsstrategien bør opplyse om det skal være forenklet eller full firmakvalifisering, og hvilke krav som skal settes til leverandørens kvalifikasjoner på de ulike entreprisene.
- Sentralt Styringsdokument bør spesifisere kravene til teknisk og gjennomføringsmessig kompetanse og overordnede krav til anbydernes soliditet.
- Tildelingskriterier er ikke beskrevet. Kontraktsstrategien i styringsdokumentet bør inneholde krav til kriterier og vurderinger som skal legges til grunn for tildeling av entreprisene.
- Det bør klarlegges i hvilken grad den enkelte anbyder er risikoeksponert i andre prosjekter.
- På enkelte områder bør det stilles mer spesifiserte krav til entreprenørens kvalitetsplan for kritiske arbeidsoperasjoner, som f.eks. stålarbeidene og montasje av bru over Lågen.
- Krav til planlegging og styring bør innarbeides i entreprisekontraktene, f.eks.:

- Dagmulktbelagte milepæler kontraktsfestes
- Endringshåndtering
- Usikkerhetsstyring
- Betalingsplan / prognose

## 4 SUKSESSFaktorER / FALLGRUBER

### 4.1 Generelt

Med *suksessfaktorer* menes faktorer eller forhold som antas særlig viktige for at prosjektet skal kunne nå resultatmål (tid, kostnad og kvalitet) og oppfylle effektmål (overordnet nytteverdi). *Fallgruber* defineres som faktorer eller forhold som i særlig grad kan hindre eller svekke oppfyllelse av prosjektets resultat- og/eller effektmål.

### 4.2 Interessentanalyse

- Vedlegg 7 i Sentralt Styringsdokument gir en omfattende og god vurdering av de viktigste eksterne interessentene til prosjektet.

### 4.3 Suksessfaktorer

I Sentralt Styringsdokument er det gitt en tabell som viser suksessfaktorer/forutsetninger/tiltak for hver av resultatmålene tid, kost og kvalitet og for "fornøyde interessenter".

Basert på innspill fra fellessamlinger med prosjektorganisasjonen og egne vurderinger, vil Terramar spesielt fremheve følgende suksessfaktorer:

Suksessfaktorer	Forutsetninger	Tiltak
Overholde fremdriftsplanen	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Realistisk og konkret fremdriftsplan foreligger</li> <li>· Entreprenørene har egen fremdriftsplaner</li> <li>· Entreprenører overholder egen plan for fremdrift</li> <li>· Gode trafikkavviklingsplaner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Etablere fremdriftsplaner på ulike nivåer som henger sammen fra øverste til nederste nivå</li> <li>· Involvere byggeledere og andre ressurspersoner i etablering/verifisering av fremdriftsplaner</li> <li>· Tett oppfølging av entreprenører</li> <li>· Fokus på reell fremdrift (milepæler).</li> <li>· Gode rutiner for endringskontroll og –godkjenning</li> </ul>
Minimere endringer i forhold til byggeplan	<ul style="list-style-type: none"> <li>· God byggeplan</li> <li>· Klare grensesnitt mellom kontraktene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Tildeling av prosjekteringskontrakter</li> <li>· Grundig kvalitetssikring av prosjekteringsunderlag før</li> </ul>

		anbudsforespørsel på byggekontrakter
Unngå alvorlige arbeidsulykker i byggeperioden	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Fokus på HMS</li> <li>· Ryddig arbeidsplass</li> <li>· Entreprenørene har egne HMS ansvarlige og prosedyrer/rutiner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Registrere og følge opp uønskede hendelser</li> <li>· Byggherreorganisasjonen tydelig tilstede – påtale uønsket oppførsel</li> <li>· Byggemøtesak (eget pkt.)</li> </ul>
Gode samarbeidsforhold med entreprenører og leverandører	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Likeverdige parter</li> <li>· God kontrakt (anbudsbeskrivelse)</li> <li>· Likebehandling av entreprenører og kontraktører</li> <li>· Etablere "Vinn – vinn" klima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Kvalitetssikring av kontraktsgrunnlaget før anbudsforespørsel</li> <li>· Skape felles platform (oppstarts- /samarbeidsmøte)</li> <li>· Delegert myndighet til byggelederne</li> <li>· Rask respons fra byggherren</li> </ul>
Grunnervervsprosessen oppleves som ryddig og etisk av berørte parter	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Framdriftsplan for grunnerverv foreligger</li> <li>· Likebehandling og respekt for grunneierne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Tidlig oppstart</li> <li>· God kommunikasjon med grunneiere</li> </ul>
God økonomistyring i prosjektet	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Riktig kostnadsoverslag</li> <li>· Fremdriftsplaner og budsjetter henger sammen</li> <li>· Forutsigbar finansiering</li> <li>· Unngå standardglidning</li> <li>· Bruk av nytt datasystem for oppfølging (GPROG) fungerer etter hensikten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Kvalitetssikring av kostnadsoverslaget</li> <li>· Kvalitetssikre at entreprenørene har laget budsjetter som henger sammen med fremdriftsplanene</li> <li>· Gode rutiner for rapportering i GPROG</li> <li>· Etablere fullstendige og gode byggeplaner</li> <li>· Gode rutiner for endringskontroll og – godkjenning</li> </ul>
Effektiv styring av prosjektet	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Riktig kompetanse og kapasitet til rett tid</li> <li>· Riktig fokus og kultur</li> <li>· Fleksibilitet &amp; samarbeidsånd</li> <li>· Klart definerte roller og</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Gode bemanningsplaner</li> <li>· Signalisere behov i tide</li> <li>· Lagånd bygging</li> <li>· Interessante jobber m/ansvar</li> </ul>



	ansvar prosjektet og regionvegsjefen · Godt samarbeid med avd. for veg- og trafikkstaben og ressursenheten	
God kvalitetsstyring	· Kvalitetsplaner foreligger for alle faser av utbyggingen · Krav til kvalitetssystem hos entreprenørene · Entreprenørene følger kvalitetssystemet	· Kvalitetssystem vurderes som en del av tilbyders kvalifikasjoner

#### 4.4 Fallgruber

I Sentralt Styringsdokument er fallgruber ikke beskrevet. Basert på hendelses-usikkerhetene og egne vurderinger, vil Terramar spesielt fremheve følgende fallgruber:

Fallgruber	Konsekvenser	Tiltak
Undervurderer uforutsette endringer i prosjektperioden (uteglemte elementer, undervurdert kompleksitet, nye lover /forskrifter etc.)	· Endring i byggeplan · Endring i kostnadsrammen · Endring i åpningstid · Endring i fremdriftsplan	· Kvalitetssikring av byggeplan, kostnadsramme og fremdriftsplan · Kommunisere tidlig konsekvensene av eventuelle endringer
Undervurderer forhold og problemer knyttet til grunnforhold og fundamentering	· Ikke tid til å forbelaste visse deler av parsellene · Problemer med pæling i Lågen kan medføre skade på miljø · Økte kostnader	· Supplerende grunnundersøkelser i prosjekteringsperioden på kritiske steder
Undervurderer omlegging av VIVs vannledninger	· Fremdrifts- og kostnadsoverskridelser	· Gode fremdriftsplaner · Skriftlig avtale/kontrakt · Tett oppfølging av omleggingen (planlegging og utførelse)
Undervurderer grunnervvervsprosessen	· Økte kostnader i fbm. masseflytting, riving og bygging av gårder	· Oppstart i hht. til plan · Tett og kontinuerlig oppfølging og dialog med

		berørte parter
Undervurderer risikoen for å finne nye og betydelige arkeologiske funn i grunnen før anleggsstart	· Påvirker utgraving og fremdriftsplanen (særlig aktuelt for parsell 2)	· Oppstart i hht. plan · Tett og kontinuerlig oppfølging av arkeologiske utgravinger

#### 4.5 Tilrådinger

- Interessentanalysen bør inkludere hvordan prosjektet vil håndtere de ulike interessentene.
- Det bør komme klarere frem i styringsdokumentet hva som er suksessfaktorer, forutsetninger og hva som er tiltak. Fallgruber bør beskrives.

## 5 USIKKERHETSANALYSE

### 5.1 Generelt om usikkerhetsanalysen

I henhold til Rammeavtalen er det utarbeidet en samlet oversikt over prosjektets usikkerhetsbilde, inkludert en kvantitativ usikkerhetsanalyse. Se Bilag 5 "Usikkerhetsanalysen med resultater" for detaljer.

En usikkerhetsanalyse bryter prosjektet ned i et antall elementer som tilordnes en viss usikkerhet. Usikkerhetselementene deles deretter inn i to hovedgrupper, estimatusikkerhet og hendelsesusikkerhet.

Usikkerhetselementene sammenstilles til en *totalusikkerhet* for prosjektet, og knyttes til investeringskostnaden uttrykt i 2002 kroneverdi.

### 5.2 Estimatusikkerhet

Estimatusikkerhet relaterer seg til de elementer som inngår i prosjektets kostnadsestimat (fratrasket påslag for risiko). Denne usikkerheten uttrykkes ved et spenn fra optimistisk, via mest sannsynlig, til pessimistisk verdi.

#### 5.2.1 Overordnet kalkylestruktur

Ved vurdering av estimatusikkerheten er det tatt utgangspunkt i prosjektets kalkylestruktur slik den fremgår av vedlegg 2 i dokumentet "Sentral Styringsdokument" med følgende hovedelementer:

- Byggherrekostnader
- Veg Parsell 1
- Broer Parsell 1
- Andre tiltak Parsell 1
- Veg Parsell 2
- Tunnel
- Andre tiltak Parsell 2

#### 5.2.2 Kalkylemessig usikkerhet

De usikkerhetselementene som er vurdert for det enkelte kostnadselement og dekket av estimatusikkerheten er:

- Mengdeusikkerhet
- Usikkerhet knyttet til priser og enhetskostnader
- Usikkerhet knyttet til kvalitet på leveransen

### 5.2.3 Verifikasjon av grunnkalkyle

Terramar har gjennomgått kostnadskalkyle og usikkerhetsanalyse fra ANSLAG-PROSESSEN datert 26. og 27. august 2002 og dokumentert i "Kvalitetssikring av kostnadsoverslag" datert 15. oktober 2002. Terramar har gjennomført to fellessamlinger med prosjektet og et intervju med prosjektleder og sentrale støttespillere. I tillegg er det benyttet en ekstern rådgiver for vurdering av kostnadsestimatet.

### 5.2.4 Andre vurderinger enn prosjektets

Terramar funnet grunn til å justere basisestimat for enkelte kostnadsposter. Videre har Terramar funnet grunn til å justere spenn på usikkerhet for enkelte kostnadsposter. Begrunnelse for endringer i både basisestimat og spenn på usikkerhet har forankring i erfaringstall fra sammenlignbare prosjekter, og en vurdering av ny informasjon fra prosjektet. Tabellen nedenfor viser på overordnet nivå endringer i kostnadskalkylen.

	Kostnadspost	Statens vegvesen		Terramar	
		Anslag	Kalkyle	Modellgrunnlag	Differanse
P	Total byggherrekostnad		151	164	
A	Veg Parsell 1		203	202	-1
B	Bru Parsell 1		81	79	-2
D	Andre tiltak parsell 1		88	97	9
	<b>Total kostnad Parsell 1</b>		<b>372</b>	<b>378</b>	<b>5</b>
A	Veg parsell 2		191	174	-17
B	Bruer parsell 2		208	188	-20
C	Tunnel parsell 2		49	49	0
D	Andre Tiltak parsell 2		80	83	3
	<b>Total kostnad Parsell 2</b>		<b>528</b>	<b>494</b>	<b>-34</b>
	<b>Entreprisekostnad</b>		<b>900</b>	<b>871</b>	<b>-29</b>
	<b>Totalkostnad</b>		<b>1 051</b>	<b>1 036</b>	<b>-16</b>

### 5.3 Hendelsesusikkerhet

Hendelsesusikkerhet relaterer seg til forhold som ikke direkte inngår i kostnadsestimatet, men som likevel kan påvirke prosjektets gjennomføringstid, kostnad og kvalitet. Usikkerheten er knyttet til en sannsynlighet for at en hendelse inntreffer (binær hendelse), og en konsekvensen kan være en kjent eller usikker størrelse.

De usikkerhetselementene som er vurdert og som er bygget inn i den kvantitative usikkerhetsmodellen for å dekke hendelsesusikkerheten er:

- Arkeologiske funn i anleggsperioden  
Restusikkerhet knyttet til arkeologiske funn i anleggsperioden etter at arkeologiske undersøkelser har blitt foretatt. Mer omfattende arkeologiske undersøkelser tidlig i prosjektet kan redusere sannsynligheten for funn som påvirker prosjektkostnader og fremdrift.
- Grunnforhold  
Omfatter restusikkerhet knyttet til uforutsette og vanskelige grunnforhold. Bedre grunnundersøkelser tidlig i prosjektet reduserer sannsynligheten for at prosjektet vil støte på dårligere grunnforhold. Påvirker fremdrift, kostnad og kvalitet . Dette gjelder spesielt parsell 2 og bro over Lågen.
- Endringer  
Endringer i prosjektperioden omfatter uteglemte elementer, undervurdert kompleksitet, nye lover /forskrifter, etc. Bedre planlegging og detaljering tidlig i prosjektet kan redusere sannsynligheten for at endringer oppstår. Påvirke fremdrift, kostnad, og kvalitet.
- Marked  
Usikkerhet i forbindelse med marked skyldes at entreprisekostnader påvirkes av konjunktursyklusen i bygg- og anlegg markedet. Endringer i konjunktoren fra planleggingsfasen til oppstart kan påføre prosjektet både merkostnader og besparelser.
- Grunnerverv  
Omfatter uforutsette problemer i forbindelse med grunnerverv. Bedre tid til grunnerversprosessen tidlig i prosjektet vil muliggjøre bearbeidelse av hindringer som kan oppstå.
- Omlegging av VIVs vannledning  
Omfatter forsinkelser i bygging av veg grunnet omlegging av vannledning

- **Kostnadsfordeling for omlegging av vannledning**  
Usikkerhet i forbindelse med fordeling av kostnader mellom prosjektet og VIV i forbindelse med omlegging av vannledning.
- **Konseptendring**  
Omfatter eksternt aksept (Vegdirektoratet og kommunen) for endret løsning knyttet til lengde på tunnel og type endring av overgangsbroer.

#### 5.3.1 Andre vurderinger enn prosjektets

Terramar har kommet frem til andre hendelselementer enn det som er dokumentert i ANSLAG-PROSESSEN 26. og 27. august 2002 i "Kvalitetssikring av kostnadsoverslag", kapittel 6.4 Usikkerhetsfaktorer. Det er 3 årsaker til dette.

- 1) Noen usikkerhetsfaktorer utarbeidet i ANSLAG-PROSESSEN er vurdert som enten ikke tilstrekkelig sannsynlig for å oppstå, eller med liten eller ingen kostnadskonsekvens.
- 2) Noen usikkerhetsfaktorer utarbeidet i ANSLAG-PROSESSEN er vurdert som hensyntatt i usikkerheten i kostnadsestimatet.
- 3) Noen usikkerhetsfaktorer fra ANSLAG-PROSESSEN er gruppert under hendelsesusikkerheten "Endringer". Dette gjelder for: "F03 Kompleksitet, F11 Nye normaler, F13 Plunder og heft, F15 Uforutsette i forhold til detaljeringsgrad". Terramar vurderer disse som nært beslektet og årsak til at endringer kan oppstå.

## 5.4 Framdriftsusikkerhet

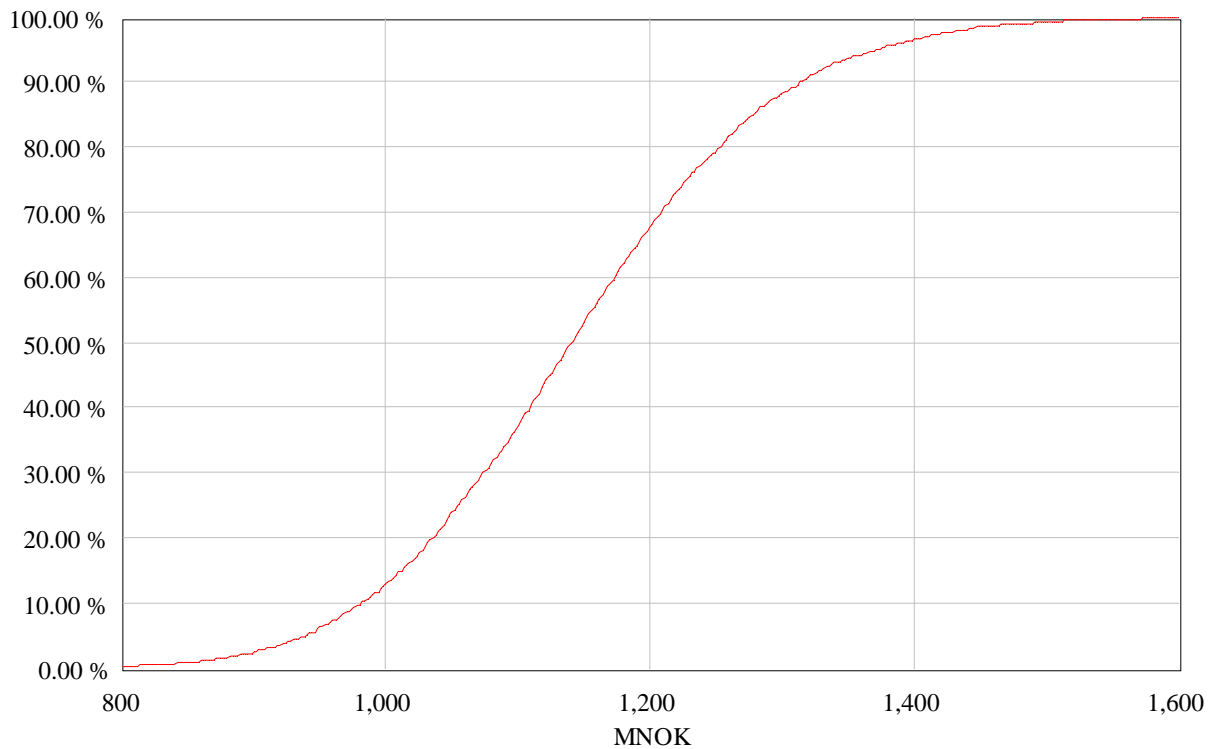
Framdriftsusikkerheten er vurdert på basis av styrende dokumenter. Konsekvenser av (eventuell) utsatt oppstart av parseller er vurdert i pkt. 5.6.

- Byggetid for parsellene vurderes som gjennomførbar og realistisk
- Omlegging av VIV's vannledning er kritisk med oppstart av bygging av parseller fra mai 2004. Dette medfører parallelle aktiviteter og risiko for urasjonell drift fra høst 2004 til vår 2005
- Oppstart bygging av bomstasjoner i desember 2003 synes vanskelig. Prosjektet har imidlertid indikert forskjøvet tidspunkt for bygging av bomstasjoner slik at de ferdigstilles samtidig med parsellene.

## 5.5 Resultat av usikkerhetsanalysen

Det totale usikkerhetsspennet fra analysen er vist i Figur 1. Figuren viser totalkostnadene i form av en S-kurve, som angir akkumulert sannsynlighet i prosent (y-aksen) for at totalkostnaden er lik eller lavere enn en valgt verdi på x-aksen.

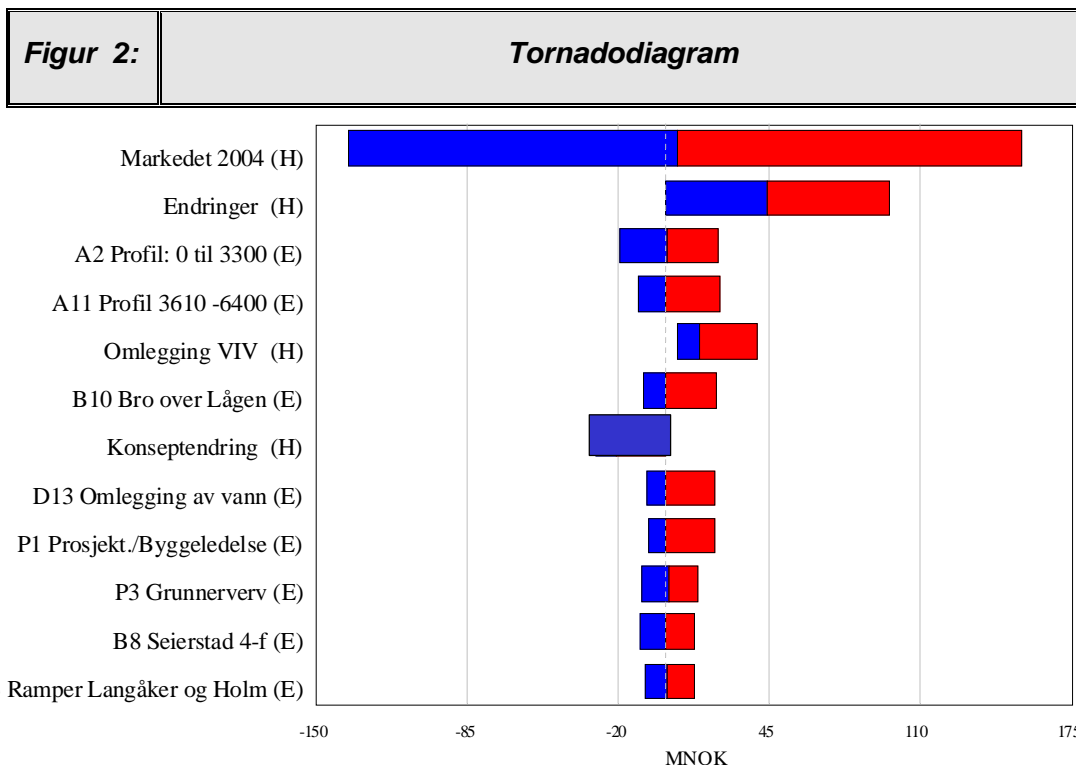
<b>Figur 1</b>	<b>S-kurve Totalkostnader E18 Langåker – Bommestad</b>
----------------	--



Figuren gir følgende tall for ulike sannsynlighetsnivå rundet til nærmeste 10 MNOK:

- 15% sannsynlighet for at totalkostnaden blir 1 010 MNOK eller lavere
- 50% sannsynlighet for at totalkostnaden blir 1 140 MNOK eller lavere
- 85% sannsynlighet for at totalkostnaden blir 1 280 MNOK eller lavere

De viktigste bidragene til usikkerhetsbildet er vist i Tornadodiagrammet i Figuren under.



Tornadodiagrammet viser usikkerhetselementene sortert i forhold til det enkelte element sin andel av totalusikkerheten. Ytterpunktene på linjene i figuren viser henholdsvis P10- og P90-verdiene for de ulike usikkerhetselementene. "H" indikerer at elementet er en hendelse, og "E" indikerer at elementet er en estimatusikkerhet.

Den største usikkerheten for prosjektet er knyttet til "Markedet i 2004". Usikkerheten kan slå ut i form av besparelser i forhold til forventet verdi (blå del), men også merkostnader (rød del). Hendelsen konseptendringer skiller seg spesielt ut ved at det kun er besparelser det er usikkerhet ved. Den nest største usikkerheten er knyttet til hendelsen "Endringer". Den største usikkerheten knyttet til estimatet er "A2 Profil 0 til 3300". Usikkerhetsbilde er ellers preget av flere estimat elementer enn hendelseselementer. For mer detaljert informasjon om hvert enkelt element se Bilag 5.

## 5.6 Tilleggsvurdering: sensitivitetsanalyse utsatt byggeoppstart

I forbindelse med presentasjon av foreløpige resultater 25.03.03, ble Terramar bedt om å utrede de kostnadsmessige konsekvensene ved en eventuell utsatt byggeoppstart av parseller: 2005, 2006 og 2007 som alternativer til 2004.

Sensitivitetsanalysen er basert på underliggende modell for den opprinnelige analysen (oppstart 2004). Følgende vurderinger ligger til grunn for sensitivitetsanalysen:

1. Estimatusikkerheten påvirkes bare i begrenset grad av en utsettelse i tid.



2. Det er tre hendelsesusikkerhetslementer som påvirkes av en eventuell utsatt byggeoppstart :

- Markedsusikkerhet: forventes å øke over tid
- Grunnervery: bortfaller som usikkerhetslement etter 2005, da prosessen vil kunne utføres uten tidspress innenfor denne tidsrammen
- Framdriftsmessig usikkerhet knyttet til omlegging av VIV's vannledning: bortfaller som usikkerhetslement etter 2005, omlegging av vannledning vil ikke kollidere med bygging av parseller ved senere oppstart (etter våren 2005)

De øvrige hendelsesusikkerhetene vurderes å være konstante med hensyn til både sannsynlighet for å inntreffe og konsekvens over den tidsperioden som ekstraoppgaven tar for seg (2004 - 2007).

#### *5.6.1 Metode for vurdering av markedsusikkerhet*

Terramar har analysert forventet markedsutvikling og usikkerhet for årene 2004 – 2005.

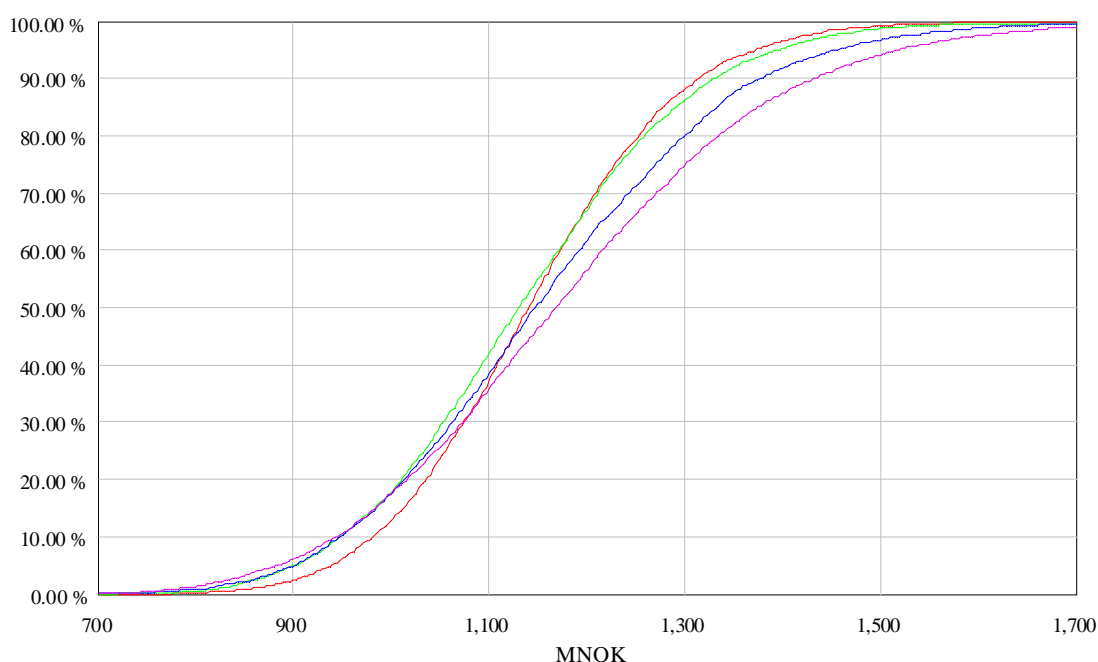
Analysen er basert på en vurdering av historiske data for årene 1985 – 2002, samt prognose for forventet utvikling i bygg- og anleggsmarkedet. (Prognosesenteret AS).

Dette er brukt som grunnlag for å modellere forventning og usikkerhet i utviklingen av bygg- og anleggsmarkedet i perioden. Markedsutviklingen er modellert som en nominell indeks. Indeksens utvikling er modellert som en multiplikativ Markov-modell fordi denne gir en god gjengivelse av hvordan en indeks utvikler seg over tid. Modellen hensyntar den sterke tidsavhengigheten i utviklingen. Se Bilag 8 "Metodebeskrivelse for simulering av markedsusikkerhet" for en nærmere beskrivelse av metoden.

### 5.6.2 Resultater

**Figur 3** viser en sammenstilling av total usikkerhet for årene 2004-2007. Kurvene viser forventet utvikling i nominell (ikke justert med konsumprisindeks) kroneverdi.

**Figur 3** S-kurve Totalkostnader E18 Langåker – Bommestad i årene 2004-2007 (nominell)

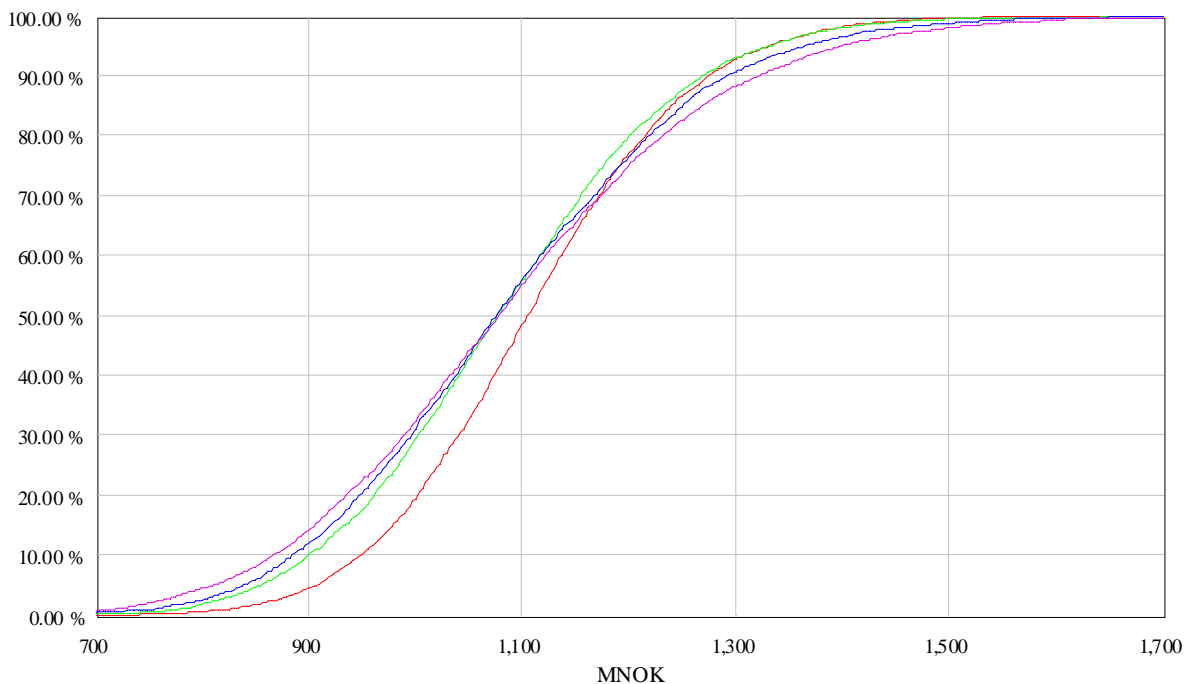


År	Sannsynlighet		
	15 %	50 %	85 %
2004	1 012	1 141	1 277
2005	981	1 129	1 290
2006	986	1 148	1 333
2007	985	1 168	1 373

Figuren over viser at byggeoppstart parseller i 2005 gir lavest forventet verdi (50% sannsynlighet) på 1 129 MNOK som resultat av at "Grunnforhold" og "Omlegging av vannledning" bortfaller som hendelsesusikkerhet etter 2005. Ellers øker usikkerheten fra 2004 til 2007 som resultat av utslaget av markedsusikkerhet.

Som et sammenligningsgrunnlag viser **Figur 4** usikkerheten i fast 2002 kroneverdi. Den nominelle indeksen er deflatert med veksten konsumprisindeksen i perioden. Terramar har valgt å sette denne til 2 % pr år.

**Figur 4** S-kurve Totalkostnader E18 Langåker – Bommestad i 2004-2007 (faste 2002 kr)



År	Sannsynlighet		
	15 %	50 %	85 %
2004	980	1 104	1 240
2005	934	1 078	1 231
2006	923	1 076	1 252
2007	905	1 079	1 267

Figuren over viser at oppstart i 2005 eller senere medfører en reduksjon av forventet verdi i størrelsesorden 26 MNOK som skyldes at usikkerheten omkring "Grunnerverv" og "Omlegging av vannledning" bortfaller. Samtidig vises at usikkerheten øker for hvert år som resultat av større markedsusikkerhet. Vi ser av figuren at kurven for 2005 (grønn) ligger over de andre kurvene. Dette vil si at risikoen er minst ved oppstart i 2005.

### 5.6.3 Konklusjon – tolking av resultater

Figurene over viser at forventet total kostnad (P50) reduseres med ca 26 MNOK (i fast kroneverdi) dersom oppstart utsettes fra 2004 til 2005. Dette skyldes at risikoen knyttet til grunnerverv og omlegging av vannledning reduseres vesentlig. Samtidig øker den totale usikkerheten pga. økt markedsusikkerhet. Den totale risikoen (målt ved P85-verdien i faste kroner) går imidlertid ned i forhold til 2004. Etter 2005 dominerer den økte markedsusikkerheten slik at total risiko i prosjektet øker (høyere P85-verdier).

Basert på foreliggende informasjon viser analysen at 2005 synes å være et optimalt tidspunkt for oppstart, da det gir den beste kombinasjonen av forventet kostnad og risiko. Dette under forutsetning av at VIVs omlegging av vannledning samt grunnervervsprosessen starter i inneværende år som planlagt.

## 6 TILTAK FOR REDUKSJON AV RISIKO

De viktigste tiltakene for reduksjon av risiko er:

- Kvalitetssikre fremdriftsplan, byggeplan, prosjekteringsgrunnlag og anbudsunderlag
- Etablere gode rutiner for endringshåndtering (vurdering og styring)
- Utsette oppstart av parsellene minimum ett år (sommer 2005), gitt at omlegging av vannledninger, arkeologiske utgravninger og grunnervvervsprosessen starter i hht. plan
- Kontrakt med VIV og tett oppfølging av omleggingsarbeidet
- Godt samarbeid med Veg- og trafikketaten mht midlertidige trafikkomlegging (gjelder særlig i Bommestad-området)
- God styring og oppfølging av entreprenører

## 7 REDUKSJONER OG FORENKLINGER

Prosjektet har etablert et forslag til kuttliste i Sentralt Styringsdokument. Med utgangspunkt i denne og kostnadsestimatet har Terramar vurdert potensialet for forenklinger og reduksjoner med den hensikt å identifisere elementer som kan bidra til å redusere investeringsbehovet. Merk at dette er tiltak som isolert sett ikke er ønskelige, men som om nødvendig vil kunne gjennomføres for å redusere investeringsnivået.

Forenklinger og reduksjoner beløper seg til totalt 61.5 MNOK, og er delt inn i fase med tanke på når avgjørelsen må tas for å få full effekt av tiltaket:

### Beslutning "nå":

Tiltak	Konsekvens	Kostnads-konsekvens (MNOK)
Kutte lengde på tunnel ved Amundrød fra 300m til 150m	Miljømessig er det ikke stor effekt av tunnel da tilgrensende områder i hovedsak er industriområder. Det er også gunstig med overskuddsmasse fra skjæring i fjell fremfor tunnel. Krever reguleringplanendring som må godkjennes av Larvik kommune	25.0
Endre type overgangsbroer (fra sprengverkskonstruksjon i betong til ordinære platebroer)	Ingen funksjonelle konsekvenser. Endret utforming av bro.	2.4
<b>Sum beslutning "nå"</b>		<b>27.4</b>

### Beslutning under prosjektering:

Tiltak	Konsekvens	Kostnads-konsekvens (MNOK)
Forenkle overvannbasseng i Bommestad-området (fra rense-/ fordrøyning	Må drøftes med Fylkesmannens miljøvernnavdeling.	4.0

til kun fordrøyning)		
Erstatte Ringdal overgansbro med veg under langsgående bro	Forhandling med Larvik kommune om tilskudd til ny fylkesvei.	0.6
Ikke bygge gang-/sykkelsti langs Fv. 206	Ingen store konsekvenser	1.5
<b>Sum beslutning under prosjektering</b>		<b>6.1</b>

**Beslutning under bygging:**

<b>Tiltak</b>	<b>Konsekvens</b>	<b>Kostnads-konsekvens (MNOK)</b>
Forenkle tiltak i forbindelse med viltkorridor	Må avklares med Fylkesmannens miljøavdeling.	3.0
Ikke gjennomføre tiltak langs eksisterende E18	Dette vil få konsekvens for deler av ombyggingstiltak som er nødvendig i forbindelse med at eksisterende E18 skal tilpasses en vesentlig lavere trafikkmengde og vil få en kjørebanebredde på 6,5 m, samt tilbud for gående og syklende innenfor dagens bredde.	15.0 (Hele tiltaket)
Korte inn ombygging av Rv. 40	Dette vil Larvik kommune ha synspunkter på.	9.0
Kutte ut belysning mellom kryss	Umulig i utgangspunktet grunnet vedtak om belysning på stamveger. Beslutning må tas av Vegdirektoratet / Samferdselsdepartementet	3.0
<b>Sum beslutning under bygging</b>		<b>30.0</b>

## 8 TILRÅDING AV KOSTNADSRAMME OG AVSETNINGER

Ved fastsettelse av samlet kostnadsramme for prosjektet (dvs. hvilket sikkerhetsnivå man ønsker å legge seg på) skal resultatene fra usikkerhetsanalysen (jfr. S-kurve for total-kostnader) konfereres mot listen over forenklinger og reduksjoner.

Terramar anbefaler på bakgrunn av dette:

- en kostnadsramme på 1 244 MNOK som tilsvarer 85% nivå på S-kurven ( se **Figur 1** s.31) , fratrukket 36 MNOK for forenklinger og reduksjoner (prosjektering og bygging)
- en forventet kostnad på 1 140 MNOK



## 9 ORGANISERING OG STYRING

### 9.1 Organisering av prosjektet

Prosjektet er etablert med en basisbemanning av personell fra tidligere prosjekt E18 Nord. Viktige funksjoner for utbygging er bemannet: Prosjektleder, prosjekteringsleder, service/rådgivning (økonomi), grunnverv, stikning, planlegging og geoteknikk. I tillegg er 2 byggeledere og 2 kontrollingeniører allerede på plass. Kompetanse innen geologi og landskapsarkitektur leies inn ved behov. Prosjektorganisasjonen er etablert med eget prosjektkontor ved Holmestrand, men vil flytte nærmere anlegget ved et senere tidspunkt.

#### Vurdering

- Terramar har et positivt inntrykk av prosjektleder og en godt bemannet prosjektorganisasjon. Basisbemanningen fra prosjektet E18 Nord vil tilføre prosjektet en betydelige erfaringsreferanser og et allerede samkjørt team.
- Styring og administrering av entreprenørene og leverandører stiller krav både til kompetanse og kapasitet hos byggherren. Det er regionvegsjefens ansvar å påse at prosjektet blir tilgodesett med de ressurser det trenger til enhver tid.
- Stillingsbeskrivelser er ikke oppdatert mht. dette prosjektet, men anses gyldig mht. beskrivelsen av funksjon/stilling. Her fremgår det at kontrollingeniørene på de to parsellene har prosjektkontroll-ansvar på disse, noe Terramar anser som helt nødvendig når man ser på utfordringen med å styre arbeidet på disse. Service/rådgivning har som hovedoppgaver budsjettkoordinering og oppfølging, økonomirapportering og administrasjon av arkivrutiner.
- De samlede prosjektstyringsoppgavene i et prosjekt av denne type vil omfatte støtte til prosjektledelsen, samt faglig ansvar for plan, kost og kontrakt. Etter Terramars vurdering er det viktig at det settes en enhetlig standard for hvordan prosjektet skal styres og at dette følges opp. Prosjektet har organisert deler av prosjektstyringsansvaret i funksjonen service/rådgivning som ligger på linje med byggeledere og prosjekteringsleder. Terramars råd er å løfte service/rådgivning opp i en stabsfunksjon, da denne skal ivareta felles oppgaver. I tillegg bør den sentrale prosjektstyringsfunksjonen ha fagansvar innen kost, plan og kontrakt.

### 9.2 Linjens styring av prosjektet

Statens vegvesen er inne i en omorganiseringsperiode. Organisasjonskart for Statens vegvesen Region Sør datert 30.01.2003 viser at store prosjekter rapporterer direkte til regionvegsjefen.

Region Sør arbeider med følgende forslag til organisering og styring av prosjekter:

- Disponering av reserveavsetning på regionnivå – beslutning tas av regionvegsjefen
- Anbudsvkjørelser (bestemte grenser), godkjenning av konkurransegrunnlag og intern plangodkjenning delegeres til leder utbygging

### **Vurdering**

- Ved at prosjektet direkte rapporterer til regionvegsjefen vil ansvarlinjene være klare. Basert på en vurdering av prosjektets størrelse og viktighet vil det være naturlig at prosjektleder for E18 Langåker-Bommestad rapporterer til regionvegsjefen.
- Region Sør har mange prosjekter i sin portefølje og det kan være uhensiktsmessig at alle prosjektene rapporterer til regionvegsjefen. Dersom dette er hensiktsmessig, kan ansvaret delegeres til en representant som har regionvegsjefens fullmakter i alle forhold som angår prosjektet.
- Gitt en styring av prosjektet fra linjen som angitt i de to punktene over, anser ikke Terramar at styringsgruppe er nødvendig for dette prosjektet. Hvis linjens oppfølging av prosjektet blir fordelt på flere funksjoner, vil ansvarlinjene bli uklare. Terramar vil i såfall anbefale at det opprettes en styringsgruppe.

## **9.3 Styring**

### *9.3.1 Rapportering og oppfølging*

Statusrapportering er ikke omhandlet i Sentralt Styringsdokument, kun som generelle retningslinjer (tidsplan, økonomisk oversikt og månedsrapport-HMS) i Håndbok 151 "Styring av utbyggingsprosjekter".

"Overordnet K-HMS plan" beskriver hvilke skjema byggelederne skal bruke i oppfølging av entreprenører / leverandører, og at rapporteringen må tilpasses GPROG når dette verktøyet innføres. Det vil bli utarbeidet en månedlig økonomisk status.

### **Vurdering**

- Det bør settes krav til struktur og innhold i statusrapportene fra de prosjekterende og entreprenører.
- Manglende eller for sen rapportering kan resultere i at man ikke får tidlig varsel om kostnadsøkning eller forsinkelser. Prosjektleder bør derfor utarbeide statusrapport hver måned. En god statusrapport vil gi regionvegsjefen nødvendig informasjon og beslutningsgrunnlag.
- Krav til statusrapportering fra prosjektet bør fastlegges med fokus på styringsinformasjon som minimum angir:
  - Status økonomi (kontrakt med hovedvekt på endringer) og fremdrift

- Prognose for økonomi og framdrift
- Ressurssituasjon
- Problemområder med forslag til løsning
- Optimalisering av løsninger (muligheter)
- Avviksrapportering med forslag til korrektive tiltak
- Status for HMS
- Usikkerhetslementer og utvikling av disse

### 9.3.2 Styring av usikkerhet

I Sentralt Styringsdokument kap. 2.1 som omhandler strategi for styring av usikkerhet er det presentert en tabell med strategier for å håndtere kritiske hendelser, en opplisting av usikkerhetsfaktorer med usikkerhetsprofil, og en vurdering av konsekvensene av endret fremdrift i forhold til optimal fremdrift.

#### **Vurdering**

- God usikkerhetsstyring bidrar til å redusere "brannslukking" (reaktiv krisestyring) ved at prosjektledelsens oppmerksomhet rettes mot de viktigste usikkerhetene, og derved medvirker til å sikre riktig prioritering.

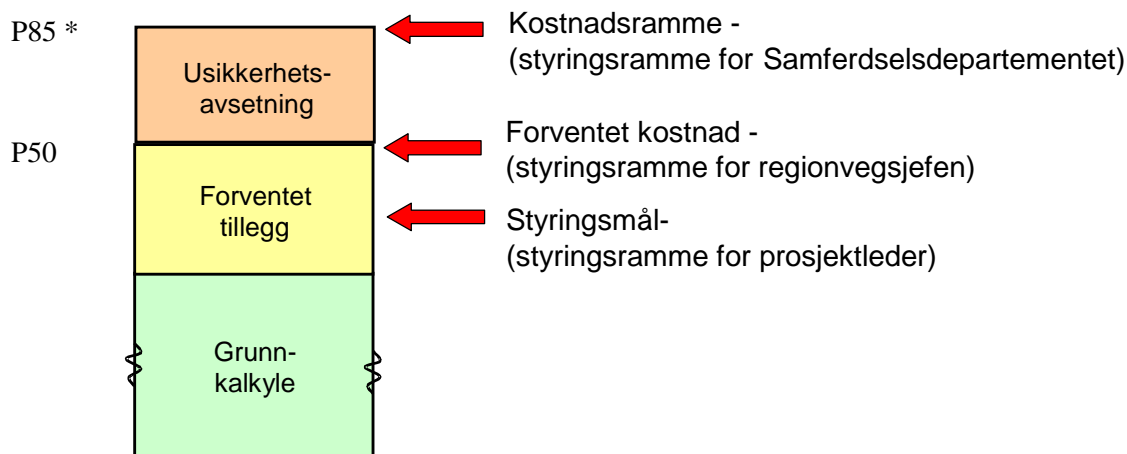
Tabellen i Sentrale Styringsdokument som viser kritiske hendelser og strategier, bør utvides med konsekvens samt hvilke risikoreducerende tiltak som kan iverksettes. Grunnerverv og mulighet for arkeologiske funn er nevnt som kritiske faktorer og bør inkluderes i tabellen.

### 9.3.3 Styring av avsetning for usikkerhet

På presentasjonen av foreløpige resultater 25.03.03 ble det presisert at usikkerhetsavsetningen (estimat mellom P50 og P85 fratrukket forenklinger og reduksjoner) skal disponeres av Samferdselsdepartementet. Vår vurdering og anbefalinger er gitt med denne forutsetningen.

Figur 6 under viser hvordan kostnadsrammen kan tenkes disponert i forhold til forutsetningene over.

**Figur 6:** *Disponering av usikkerhetsavsetningen*



\* P85 fratrukket forenklinger og reduksjoner

### Vurdering

- Usikkerhetsavsetningen som disponeres av Samferdselsdepartementet skal dekke eventuelle overskridelser utover forventet kostnad.
- Det må etableres klare og hensiktsmessige rutiner for utløsning av midler fra usikkerhetsavsetningen.
- Forventet kostnad skal gi utførende etat (regionvegsjefen) mulighet til å fullføre prosjektets opprinnelige arbeidsomfang innenfor denne kostnaden og den bør derfor ligge på P50.
- Styringsmålet som prosjektleder styrer etter bør ligge under forventet kostnad, og settes slik at prosjektleder har noe å strekke seg etter samtidig som det oppfattes som realistisk. Styringsmålet må avtales og godkjennes av både prosjektleder og utførende etat (regionvegsjefen).

### 9.4 Tilrådinger

- Organisasjonskartet for prosjektet bør vise hvem prosjektet rapporterer til. Videre må det fremgå hvem som er K-HMS ansvarlig. Terramar anbefaler at prosjektstyringsfunksjonen (kontrakt, kost, plan) og service/rådgivning etableres i stab under prosjektleder.
- Stillingsbeskrivelsene bør oppdateres slik at de reflekterer den nye organisasjonen i Statens vegvesen Region Sør.

- Det er viktig at de overordnede ansvarslinjene er klare. Terramar anbefaler at prosjektleder rapporterer til regionvegsjefen.
- Nødvendig kapasitet og kompetanse bør sikres ved forpliktende ressursavtaler mellom prosjektorganisasjonen og linjeorganisasjonen.
- Det bør innarbeides i styrende dokument hvordan usikkerhetsreserven skal disponeres, inkl. mekanismer for justering av forventet kostnad og prognostisering.
- Styringsmål for prosjektleder bør avtales mellom regionvegsjefen og prosjektleder. Styringsmålet bør ligge under forventet kostnad, slik at prosjektleder har noe å strekke seg etter samtidig som det oppfattes som realistisk.
- Det bør fremkomme i Sentralt Styringsdokument hvordan prosjektet har planlagt å gjennomføre systematisk styring av usikkerhet gjennom hele prosjektets levetid.

## 10 FORSLAG OG TILRÅDINGER SAMLET

### **Kapittel 2: Sentralt Styringsdokument**

- Effektmålene bør konkretiseres, slik at det er mulig å måle i etterkant om de er oppnådd.
- Resultatmålene bør skilles fra prosjektbeskrivelsen slik at de trer klarere frem, og HMS-mål bør samles i respektive kapittel i Sentralt Styringsdokument.
- Sentralt Styringsdokument (inkl. vedleggene) bør oppdateres for å reflektere ny organisasjon av Region Sør per 01.01.03, K-HMS plan for byggefasen, og reviderte fremdriftsplaner.
- Prosjektnedbrytningsstrukturen foreligger ikke på en form som er egnet for styring og oppfølging av kontraktene kommersielt og fremdriftsmessig, og den må derfor omstruktureres i henhold til kontraktsstrategien.
- Det må utarbeides et helhetlig planhierarki i samsvar med prosjektets nedbrytningsstruktur. Prosjektets hovedframdriftsplan må vise alle hovedaktiviteter, beslutninger, milepæler og grensesnitt. Videre detaljering av denne bør favne alle prosjektets aktiviteter, f.eks. VIV, grunnverv, arkeologiske utgravninger.
- Prosedyre for etablering og endring av prosjektstyringsbasis bør tas inn i kvalitetsplanen.
- Kvalitetsplanen for byggefasen er under utarbeidelse. Kontrollfunksjonen i byggefasen er viktig for gjennomføring av denne type prosjekter. Dette er ikke omhandlet i kvalitetsplanen for byggeplanfasen og bør beskrives for byggefasen.
- Prosedyre for avviksbehandling er utarbeidet i en foreløpig utgave. Det anbefales at det utarbeides en prosedyre for endringshåndtering.
- "Miljøoppfølgingsprogram for nye E18 Langåker-Bommestad" bør revideres, slik at mål og tiltak skilles. Målene bør kvantifiseres for å muliggjøre oppfølging underveis i byggefasen.

### **Kapittel 3: Kontraktsstrategi**

- Gjennomføringsstrategien og kontraktsstrategien bør omtale hvordan prosjektet skal følge opp VIVs omlegging av vannledning, samt de arkeologiske utgravningene.
- Kontraktsstrategien bør også omtale prosjekteringsfasen.
- Det bør komme klarere frem at de mindre entreprisene (elektroarbeider, veglys for dagstrekning, skilt og merking og asfaltering) skal være byggherrestyrte sideentrepriser.
- Siden risikoen for mengder ligger hos byggherren, krever dette nøye oppfølging av detaljprosjektering og gjennomføring av entreprisene. Prosjektorganisasjonen må være bemannet for å ivareta dette.

- Entreprenøren skal ha oppgjør etter faktisk utførte mengder. Prosjektet skal ta i bruk dataverktøyet GPROG for oppfølging av mengder, enhet og enhetspris. Det blir viktig å gi opplæring i systemet hos dem som skal benytte det, og følge rutiner rundt avregning av mengder.
- Krav til tilbyders kvalifikasjoner er ikke beskrevet. Kontraksstrategien bør opplyse om det skal være forenklet eller full firmakvalifisering, og hvilke krav som skal settes til leverandørens kvalifikasjoner på de ulike entreprisene.
- Sentralt Styringsdokument bør spesifisere kravene til teknisk og gjennomføringsmessig kompetanse og overordnede krav til anbydernes soliditet.
- Tildelingskriterier er ikke beskrevet. Kontraksstrategien i styringsdokumentet bør inneholde krav til kriterier og vurderinger som skal legges til grunn for tildeling av entreprisene.
- Det bør klarlegges i hvilken grad den enkelte anbyder er risikoeksponert i andre prosjekter.
- På enkelte områder bør det stilles mer spesifiserte krav til entreprenørens kvalitetsplan for kritiske arbeidsoperasjoner, som f.eks. stålarbeidene og montasje av bru over Lågen.
- Krav til planlegging og styring bør innarbeides i entreprisekontraktene, f.eks.:
  - Dagmulktbelagte milepæler kontraktsfestes
  - Endringshåndtering
  - Usikkerhetsstyring
  - Betalingsplan / prognose

#### **Kapittel 4: Suksessfaktorer og fallgruber**

- Interessentanalysen bør inkludere hvordan prosjektet vil håndtere de ulike interessentene.
- Det bør komme klarere frem i styringsdokumentet hva som er suksessfaktorer, forutsetninger og hva som er tiltak. Fallgruber bør beskrives.

#### **Kapittel 6: Tiltak for reduksjon av risiko**

- Kvalitetssikre fremdriftsplan, byggeplan, prosjekteringsgrunnlag og anbudsunderlag
- Etablere gode rutiner for endringshåndtering (vurdering og styring)
- Utsette oppstart av parsellene minimum ett år (sommer 2005), gitt at omlegging av vannledninger og arkeologiske utgravninger og grunnervvervsprosessen starter i hht. plan
- Kontrakt med VIV og tett oppfølging av omleggingsarbeidet
- Godt samarbeid med Veg- og trafikketaten mht midlertidige trafikkomlegging (gjelder særlig i Bommestad-området)

- God styring og oppfølging av entreprenører

### **Kapittel 8: Tilråding av kostnadsramme og avsetninger**

Terramar anbefaler en

- Kostnadsramme på 1 244 MNOK som tilsvarer 85% nivå på S-kurven fratrukket 36 MNOK for forenklinger og reduksjoner (prosjektering og bygging), og
- Forventet kostnad på 1 140 MNOK.

### **Kapittel 9: Organisering og styring**

- Organisasjonskartet for prosjektet bør vise hvem prosjektet rapporterer til. Videre må det fremgå hvem som er K-HMS ansvarlig. Terramar anbefaler at prosjektstyringsfunksjonen (kontrakt, kost, plan) og service/rådgivning etableres i stab under prosjektleder.
- Stillingsbeskrivelsene bør oppdateres slik at de reflekterer den nye organisasjonen i Statens vegvesen Region Sør.
- Det er viktig at de overordnede ansvarslinjene er klare. Terramar anbefaler at prosjektleder rapporterer til regionvegsjefen.
- Nødvendig kapasitet og kompetanse bør sikres ved forpliktende ressursavtaler mellom prosjektorganisasjonen og linjeorganisasjonen.
- Det bør innarbeides i styrende dokument hvordan usikkerhetsreserven skal disponeres, inkl. mekanismer for justering av forventet kostnad og prognostisering.
- Styringsmål for prosjektleder bør avtales mellom regionvegsjefen og prosjektleder. Styringsmålet bør ligge under forventet kostnad, slik at prosjektleder har noe å strekke seg etter samtidig som det oppfattes som realistisk.
- Det bør fremkomme i Sentralt Styringsdokument hvordan prosjektet har planlagt å gjennomføre systematisk styring av usikkerhet gjennom hele prosjektets levetid.





## **Bilag B1**

# **Oversikt over dokumentunderlag**

## **Sentralt Styringsdokument**

Vedlegg i Sentralt Styringsdokument:

1. Organisasjonsplan E18 Utbygging per 01.01.03
2. Elementinndeling for opprinnelig kostnadsoverslag ANSLAG – Langåker-Bommestad
3. Kostnadsoverslag ved oppfølging – Langåker-Bommestad
4. Forslag til kuttliste
5. Framdriftsplaner
6. Bemanningsplan for prosjektet Langåker-Bommestad
7. Interessentanalyse

Vedlegg til Sentralt Styringsdokument som egne rapporter:

1. Statens vegvesen Vestfold: Langåker-Bommestad, Kvalitetssikring av kostnadsoverslaget (ANSLAG-metoden, regional gruppe)
2. Statens vegvesen Vestfold: Detaljplan E18 Langåker-Bommestad: Planhefte 1: Planbeskrivelse. Planhefte 2: Detaljplan av juni 2001, samt revidert utgave august 2001
3. Statens vegvesen Vestfold: Reguleringsplaner E18 Langåker-Bommestad, i Larvik og Sandefjord kommune
4. Prosjekthåndbok
5. Kvalitetsplan for Reguleringsplanfasen

## **Prosjekthåndbok**

Prosjekthåndbokens inndeling er:

- Styringsdokument (Sentralt Styringsdokument)
- Kvalitetssikring av overslag
- Prosjektprotokoll
- Overordnet K-HMS plan for E18
- K-HMS Byggeplan, K-HMS Grunnerverv og K-HMS Reguleringsplan

## **”Miljøoppfølgingsprogram for nye E18 i Vestfold” av 2001**

### **Øvrige dokumenter overlevert fra prosjektorganisasjonen:**

- Organisasjonskart Region Sør datert 30.01.03
- Oversiktskart over E18 i Vestfold
- Oversiktskart over E18 mellom Langåker og Bommestad
- Notat fra prosjektleder med svar på spørsmål

- Ansvarsbeskrivelser for 9 prosjektmedarbeidere
- Sammendrag av de geotekniske vurderingene i forbindelse med anslag august 2002.
- Grunnerverv E18 Langåker - Bommestad
- Utdrag fra "Teknisk beskrivelser av bruer og kulverter", Statens vegvesen Vestfold 28.05.01 (forprosjekt Bommestad bru).
- Forløpige prosedyrer Region Sør

### **Retningslinjer som gjelder for Statens vegvesen**

- Håndbok 151 "Styring av utbyggingsprosjekter", august 2001
- Håndbok 066 "Anbudsgrunnlag. Bygg- og anleggsarbeider", 1995. Oppdatert "Konkurransgrunnlag. Kap. A-G", ultimo 2002.

## **Vedlegg B2**

# **Oversikt over møter og samtaler**

### **31.01.03: Oppstartsmøte**

Formelt oppstartsmøte for kvalitetssikringsoppdraget ble avholdt med representanter fra Finansdepartementet, Samferdselsdepartementet, Vegdirektoratet, Statens vegvesen Vestfold og Terramar. Terramar gjennomført før møtet en overordnet vurdering av Sentralt Styringsdokument, Prosjekthåndbok, teknisk underlagsmateriale og kostnads-overslag. På grunnlag av nevnte dokumentasjon ble det utarbeidet en tidsplan og timeestimat for oppdraget som ble presentert i møtet.

Etter oppstartsmøtet arrangerte Samferdselsdepartementet en arbeidslunjs for å diskutere og avklare mulig samarbeid mellom Terramar og Dovre i forbindelse med organisatorisk grensesnitt mellom prosjektene E18 Langåker-Bommestad (kvalitetssikres av Terramar) og E18 Kopstad – Gulli (kvalitetssikres av Dovre).

### **31.01.03: Møte med Prosjektleder**

Avklarende møte med prosjektleder Karl Høiland hvor underlag, kostnadsestimer og tidsplaner ble gjennomgått.

### **11.02.03: Første fellessamling med E18 Utbyggingsprosjektet**

hensikten med fellessamlingen var å gjennomgå av prosjektets mål, suksessfaktorer og underlag for kostnadsoverslag. Deltakere på samlingen var:

- Karl Høiland (Prosjektleder)
- Liv Kirsti Brunstad (Økonom)
- Finn Schmidt (Grunnerverv)
- Grethe Bodholt (Prosjekteringsleder)
- Olav Lervik (Byggeleder)
- Gunnar Aarhus (Byggeleder)
- Carl Erik Dahl (Geotekniker)
- Ole Johnny Svendsen (Planlegger)
- Representanter fra Terramar

### **25.02.03: Møte med nøkkelpersoner i E18 Utbyggingsprosjektet**

Gjennomgang av kostnadsoverslag. Deltakere på møtet var:

- Karl Høiland (Prosjektleder)
- Liv Kirsti Brunstad (Økonom)
- Gunnar Aarhus (Byggeleder)
- Representanter fra Terramar

#### **04.03.02: Andre fellessamling med E18 Utbyggingsprosjektet**

hensikten med fellessamlingen var å gjennomgå av hendelsesusikkerhet med tilhørende tiltak, samt forenklinger og reduksjoner. Deltakere på fellessamlingen var:

- Karl Høiland (Prosjektleder)
- Liv Kirsti Brunstad (Økonom)
- Anette A. Allum (Økonom)
- Finn Schmidt (Grunnerverv)
- Grethe Bodholt (Prosjekteringsleder)
- Olav Lervik (Byggeleder)
- Gunnar Aarhus (Byggeleder)
- Carl Erik Dahl (Geotekniker)
- Ole Johnny Svendsen (Planlegger)
- Representanter fra Terramar

#### **Februar og mars: Møter med Melbø Prosjektkompetanse AS**

Møter med Melbø Prosjektkompetanse AS ved Olaf Melbø for vurdering og kvalitetssikring av teknisk løsning og kostnadskalkyle.

#### **06.03.03: Møte med Dovre International AS**

Møte med Dovre International AS ved Thorleif Sunde for å diskutere organisering i Region Sør, samt organisatorisk grensesnitt mellom prosjektene E18 Langåker-Bommestad (kvalitetssikres av Terramar) og E18 Kopstad – Gulli (kvalitetssikres av Dovre International).

#### **Mars: Dialog med Prognosesenteret AS**

Utvikling i markedssituasjonen for bygg- og anleggsbransejen ble diskutert med markedsanalytikere i Prognosesenteret AS.

#### **25.03.03: Presentasjon av foreløpige resultater**

Foreløpige resultater fra kvalitetssikringen ble presentert. På møtet deltok representanter fra Finansdepartementet, Samferdselsdepartementet, Vegdirektoratet, Statens vegvesen Vestfold og Terramar.

## **Bilag B3**

# **Vurdering av styringsdokument**

## 1 INNLEDNING

Med Sentralt Styringsdokument menes et overordnet dokument som beskriver prosjektstrategien for å nå prosjektets mål. I dette bilaget er de deler av Sentralt Styringsdokument som ikke er diskutert i rapporten tatt opp. Vurderinger er presentert, mens tilrådninger er gitt i rapporten.

## 2 RAMMEBETINGELSER

Rammebetingelser i forbindelse med eksterne lover og forskrifter er omtalt i håndbøkene

- 151 "Styring av utbyggingsprosjekter", og
- 214 "Helse, miljø og sikkerhet", som også gir rammebetingelser gitt av Statens Vegvesen overfor prosjektet.

Følgende krav til helse, miljø og sikkerhet er fastsatt i Sentralt Styringsdokument:

- "Miljøoppfølgingsprogram for nye E18 Langåker - Bommestad" er en del av reguleringsplanen, og er dermed et bindende dokument for alle som er involvert i utførelsen av anleggsarbeidet, dvs. byggherren Statens vegvesen og entreprenørene. Programmet er et alternativ til å søke om anleggskonsesjon etter Forurensningsloven, og beskriver gjeldende krav, mål og tiltak.

De viktigste interne rammebetingelsene er:

- Prosjektet er basert på 100% bompengefinansiering
- Regionalisering av vegvesenets myndighetsside skal være på plass i januar 2003.

### **Vurdering**

- I forbindelse med den nye organiseringen som ble innført januar 2003, er det ikke endelig avklart hvilken andel av felleskostnader (overheadkostnader) for Region Sør prosjektet skal dekke. Dette kan medføre økte byggherrekostnader.



### 3 GRENSESNIITT

Prosjektets tekniske grensesnitt fremkommer av reguleringsplanen for vegstrekingen og reguleringsplanen for bomstasjonene, se Sentralt Styringsdokument kapittel 1.5.

De viktigste grensesnitt mot andre etater og firmaer utenfor prosjektet, vil være:

- Statnett og Skagerak Energi
- Eiere av kommunikasjons- og kraftlinjer
- Eiere av vann- og spillvannsledninger (VIV og Larvik kommune)
- NVE
- Laksefiskere og grunneiere i Lågen
- Oldsakssamlingen

Kontraktuelle/kommersielle grensesnitt er behandlet i rapporten i kapittel 3 Kontraktstrategi, og organisatoriske grensesnitt er behandlet i kapittel 9 Organisering og styring.

#### **Vurdering**

- Prosjektet er entydig, fysisk avgrenset mot Langåker i Sandefjord kommune og Bommestad i Larvik kommune, og mot bomstasjonene, som angitt i reguleringsplanene.
- I forbindelse med regulering av trafikken på gamle E18 under byggearbeidene, vil prosjektet ha grensesnitt inn mot Veg- og trafikkavdelingen i Statens vegvesen Region Sør. Dette bør fremkomme i Sentralt Styringsdokument.

## 4 PROSJEKTGJENNOMFØRING

### 4.1 Prosjektstrategi

Prosjektstrategien skal beskrive og begrunne de veivalg prosjektet har tatt eller ønsker å ta, i forhold til kritikalitet og usikkerhet knyttet til arbeidsomfang, gjennomføringsplan, kontraktsinndeling og -styring, samt eventuelle forhold til omgivelser/ interessenter.

### 4.2 Prosjektstyringsbasis

Prosjektstyringsbasis skal være referansen (arbeidsomfang, kostnader og tid) som prosjektet styres etter i gjennomføringsfasen. I den fasen prosjektet befinner seg i nå, byggeplanfasen, vil prosjektstyringsbasis fungere som et beslutningsgrunnlag og som et styringsgrunnlag for prosjekteringen.

Prosjektet er basert på godkjente reguleringsplaner, detaljplaner (planbeskrivelse og tegningshefte) og Plan og Profil. Dette gir en god beskrivelse av arbeidsomfanget.

Kostnadsoverslag foreligger inndelt på elementer i henhold til Håndbok 151, og er tilstrekkelig detaljert til å kvalitetssikres.

Fremdriftsplaner for parsell 1, parsell 2, byggeplanprosjektering og for bomstasjonene er vedlagt Sentralt Styringsdokument. Fremdriftsplanen for de enkelte elementene, knyttet til de enkelte entreprisene, vil bli mer detaljert i kvalitetsplanen for gjennomføringsfasen. Milepælsstyring i forhold til kontraktene vil bli nærmere detaljert på lavere nivå i fremdriftsplanene. Prosjektets fremdriftsplaner vil gjennomgå en årlig hovedrevisjon.

For hver av entreprisekontraktene skal entrepenørene utarbeide en egen hovedfremdriftsplan for egne arbeider, som igjen blir brutt ned i detaljerte fremdriftsplaner som det arbeides etter.

Byggherren skal utarbeide en prosjektprotokoll som skal følge utbyggingsprosjektet fra start til avslutning. Den er en del av prosjektets Prosjekthåndbok.

### **Vurdering**

- Prosjektnedbrytningstrukturene gitt i Sentralt Styringsdokument vedlegg 2 (opprinnelig overslag) og 3 (oppfølging), er i henhold til Håndbok 151.
- Prosjektnedbrytningsstrukturen foreligger ikke på en form som muliggjør styring og oppfølging av kontraktene kommersielt og fremdriftsmessig.
- Fremdriftsplanene i vedleggene til Sentralt Styringsdokument fremstår som overordnede, frittstående planer.
- Det er ikke utarbeidet fremdriftsplaner for grunnverv og de planlagte arkeologiske undersøkelsene, men det er bekreftet at dette vil bli utarbeidet. Dette bør gjøres raskt, da en ryddig og etisk grunnvervsprosess er en suksessfaktor for prosjektet og det er avgjørende å komme tidlig i gang.
- Det er ikke etablert en plan for de viktigste forberedende oppgavene (søknader, dokumenter, prosedyrer, beslutninger etc.) som prosjektteamet står overfor.
- Prosjektprotokollen bør oppdateres med manglende skjema i forhold til Håndbok 151 / "Overordnet K-HMS plan".

### 4.3 K-HMS plan (Kvalitet, helse, miljø og sikkerhet)

Håndbok 151 "Styring av utbyggingsprosjekter" gir en omfattende beskrivelse av hva som kreves av kvalitetsplaner for de forskjellige fasene.

Det er etablert en "Overordnet K-HMS plan" som gjelder for de byggherrerelaterte oppgavene i forbindelse med grunnverv, prosjektering og gjennomføring av E18 Langåker-Bommestad og E18 Moskvil-Gulli.

Prosjektspesifikke K-HMS planer for byggeplanfasen og grunnvervsfasen etablert for E18 Langåker-Bommestad. K-HMS plan for byggefase er under utarbeidelse.

Kvalitetsplan for detalj- og reguleringsplanfasen er lagt med som vedlegg til Sentralt Styringsdokument.

Dokumentet "Miljøoppfølgingsprogram for nye E18 Langåker-Bommestad" beskriver 8 ulike HMS områder, og gir en problembeskrivelse, gjeldende krav og mål og tiltak på hvert av dem. Det vil bli stilt krav om at utførende entreprenører før oppstart legger frem en plan som beskriver hvordan de skal ivareta alle forhold knyttet til miljøoppfølgingsprogrammet, herunder også forhold knyttet til HMS i Intern-kontrollforskriften.

#### **Vurdering**

- K-HMS planene gir et bra rammeverk for styring. Planene inneholder noen feil og mangler, f.eks. er det en selvmotsigelse mht. hvem som er HMS ansvarlig i planfasen i "Overordnet K-HMS plan". Planene reflekterer ikke Region Sørs nye organisasjon.
- Kvalitetsplanen for byggefase er under utarbeidelse. Kontrollfunksjonen i byggefase er viktig for gjennomføring av denne type prosjekter, og dette er ikke omhandlet i kvalitetsplanen for byggeplanfasen.
- Prosedyre for overtakelse er omhandlet i "Overordnet –HMS plan", og i kontraktsbestemmelsene er reglene for overtakelse angitt. Det må i byggefase utarbeides overtakelsesprotokoll for prosjektet og prosedyre for hvordan overtakelse skal skje.
- Prosedyre for avviksbehandling er utarbeidet i en foreløpig utgave, og stillingsbeskrivelsene for byggeledere angir økonomiske rammer for godkjenning av mengderegulering/tilleggsarbeider og endringsordre.
- Det bør fremgå hvilke kvalitetsrevisjoner som planlegges i prosjektet.

- Det bør henvises konkret til hvilke prosedyrer i PSS-samlingen som skal benyttes, i tillegg til de som skal utarbeides spesifikt for dette prosjektet.
- "Miljøoppfølgingsprogram for nye E18 Langåker-Bommestad" (MOP) er et godt og bindende dokument for byggherren og entreprenører. Mål og tiltak er imidlertid blandet sammen, og målene er i liten grad kvantifisert.

## **Bilag B4**

# **Metodebegrivelse for usikkerhetsanalysen**

Terramar har lang erfaring i å utføre usikkerhetsanalyser. Analysene gjennomføres etter en felles mal, kalt Terramar-prosessen. Terramar-prosessen er en generisk beslutningsstøtteprosess som er tilpasset over tid gjennom Terramars erfaringer fra usikkerhetsanalyser og gjennomføring av prosjekter.

Denne prosessen ser på de mulige usikkerhetenes påvirkning på prosjektet med utgangspunkt i kostnadskalkyle og fremdriftsplan. Resultatene fra denne prosessen er i første rekke følgende:

- Bevisstgjøring av prosjektdeltagerne og eierne omkring usikkerhetene i prosjektet.
- En rangert fremstilling av de største usikkerhetselementene og deres bidrag til den totale usikkerheten i prosjektet.
- Det totale usikkerhetsspennet og dermed sannsynlighet for at budsjett/tidsplan for prosjektet holder.
- Et godt beslutningsunderlag for å vurdere prosjektreserven.
- Forslag til tiltak som kan redusere usikkerheten i prosjektet.

Usikkerhetsanalysen som utføres i forbindelse med kvalitetssikring av store statlige investeringprosjekter følger Terramar-prosessen. De ulike fasene i prosessen er illustrert i **Figur 1**. Innholdet i de ulike fasene beskrives i de påfølgende punkter.

## Terramar prosessen



*Figur 1: Terramar-prosessen for usikkerhetsanalyser*

### Avklaring mål og problemstilling

Mål og problemstillinger for usikkerhetsanalysen i forbindelse med kvalitetssikring av prosjekter for Finansdepartementet er for en stor del avklart gjennom Rammeavtalen av 22. juni 2000. I den grad det er spesielle forhold ved prosjektet, som oppdragsgiver ønsker belyst, avklares dette med oppdragsgiver før oppstart av analysen.

Videre setter Terramar seg grundig inn i prosjektet ved gjennomgang av prosjektets sentrale styringsdokument(er), fremdriftsplan og kostnadskalkyle. Det er også viktig å få kartlagt om det er noen spesielle forhold knyttet til dette prosjektet som kan påvirke fremgangsmåten og metodikken for analysen.

### Identifisering og vurdering

Denne fasen består hovedsakelig av å identifisere og strukturere usikkerhetene som kan påvirke prosjektet. I tillegg til egne vurderinger, utføres identifiseringen ved å benytte brainstormingsteknikker i fellessamlinger med prosjektet der usikkerhetselementene identifiseres og diskuteres.

Hvert usikkerhetselement utdypes ved at konsekvenser og eventuell samvariasjon (korrelasjon) med andre deler av prosjektet kartlegges. Videre vurderes i hvilken grad prosjektet kan påvirke usikkerheten og eventuelle tiltak som prosjektet kan gjennomføre for enten å redusere konsekvensene av usikkerheten eller sannsynligheten for at en hendelse inntreffer.

Ved behov, vil Terramar supplere den informasjon om usikkerhetselementer og tiltak som fremkommer på fellessamlingen(e), gjennom intervjuer eller møter med enkeltpersoner i prosjektet eller eksterne aktører.

### Modellering og analyse

I denne fasen vil Terramar bygge en modell for å kvantifisere og analysere usikkerheten i prosjektet. Til analysen benytter Terramar modelleringsverktøyet Riscue ([www.riscue.com](http://www.riscue.com)). Riscue er basert på influensdiagrammer og Monte Carlo – simulering. Riscue er utviklet i samarbeid med Universitetet i Oslo.

Utgangspunktet er usikkerhetene som er fremkommet i foregående fase. Modellen baseres på strukturen i kostnadskalkylen. Alle usikre parametre i kvantifiseres ved at hvert element tillegges et usikkerhetsspenn, dvs det vurderes et forventet utfall og et høyt og et lavt utfall. Dette gjøres gjerne i samarbeid med prosjektet.

Terramar vil i noen tilfeller utarbeide en egen modell for å analysere usikkerheten i fremdriftsplanen til prosjektet. Plananalysen vil bygges sammen med usikkerhetsanalysen for kostnadskalkylen for å gjenspeile prosjektets totale usikkerhet.

Eventuelle funksjonssammenhenger mellom de ulike delene i et prosjekt (f.eks MVA) eller andre spesielle forhold bygges inn i modellen. I praksis er det umulig å beregne usikkerheten(e) analytisk. Derfor analyseres og vurderes usikkerheten gjennom en Monte Carlo – simulering av modellen.

### *Monte Carlo simulering*

Monte Carlo – simulering har flere åpenbare fordeler sammenlignet med andre teknikker for stokastisk analyse:

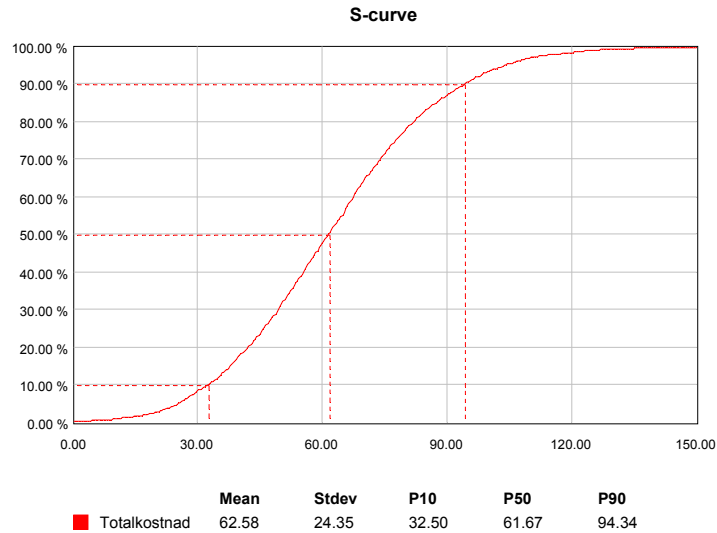
- Overlegen fleksibilitet til å modellere alt fra enkle til de mest komplekse problemstillinger.
- Samvariasjon (korrelasjon) mellom ulike usikkerhetslementer er ofte et viktig bidrag til den totale usikkerheten. Med Monte Carlo – simulering kan dette modelleres på en enkel måte.
- Monte Carlo – simulering er uten sammenligning den mest anerkjente og utbredte metoden internasjonalt for denne type analyser. Dette medfører både aktiv og bred programutvikling og stor faglig utvikling gjennom bøker, artikler, konferanser mv.

En Monte Carlo – simulering består av et antall iterasjoner. I hver iterasjon gjennomløpes modellen én gang:

- For hver parameter (usikkerhetslement) gjøres det en tilfeldig trekning basert på usikkerhetsspenn og fordelingsfunksjon.
- Alle beregningene i modellen utføres og verdiene lagres. Dette representerer ett mulig utfall av prosjektet.
- En ny iterasjon gjennomføres (typisk 5000 totalt).

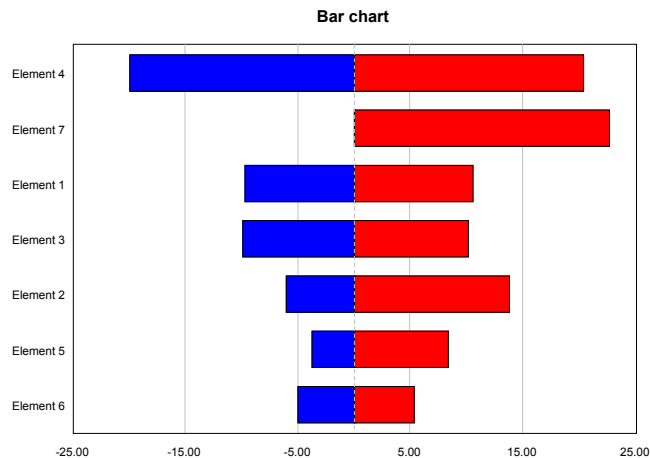
Den resulterende tabellen med 5000 mulig utfall av modellen (prosjektet) gir en god tilnærming til prosjektets totale usikkerhetsspenn. Dette spennet synliggjøres i S-kurver (akkumulert sannsynlighetsfordeling). S-kurven vil illustrere hvor stor sannsynligheten er for at prosjektet vil kunne gjennomføres innenfor en gitt kostnadsramme. Denne kurven er meget nyttig til å fastsette styringsramme og prosjektreserve. Et eksempel på en S-kurve er vist under.





Figur 2: Eksempel på S-kurve

En får også frem hvilke usikkerhetslementer som bidrar mest til den totale usikkerheten. Dette illustreres gjerne gjennom et såkalt Tornado-diagram. Tornado-diagram angir den relative størrelsen på de ulike usikkerhetslementene i prosjektet. Tornadodiagrammet benyttes aktivt til å iverksette tiltak der usikkerheten er størst og tiltakene mest nødvendige. Et eksempel på et tornadodiagram er vist under.



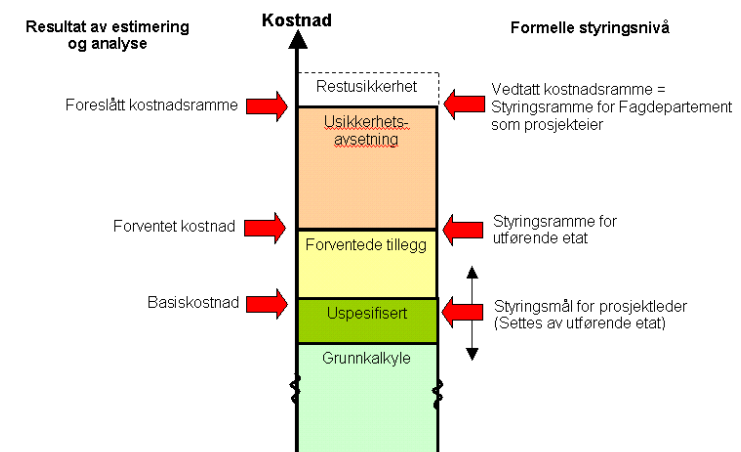
Figur 3: Eksempel på Tornado-diagram

Som illustrert i figuren over, gjør Monte Carlo simulering det mulig å vise den usymmetriske fordelingen som ofte er gjeldende for usikkerhetslementer.

## Resultatvurdering og tilrådning

Terramar vil tilrå en kostnadsramme for prosjektet basert på resultatene fra analysen. I tillegg vil det som følge av analysen fremkomme en del tiltak som prosjektet bør realisere for å redusere usikkerheten i prosjektet.

Figuren under viser sammenhengen mellom resultatet fra usikkerhetsanalysen og de ulike styringsnivåene som tildeles de ulike aktørene.



Figur 4: Sammenheng mellom resultat av analysen og formelle styringsnivå

**Figur 4** viser sammenhengen mellom begreper som beskriver resultat av analysen, på venstre side, og formelle styringsnivå på høyre side. Det er viktig å skille mellom den informasjon som ligger til grunn for beslutninger og valg på den ene siden (venstre side og midten) og valgte størrelser på den andre siden (høyre side).

Noen forhold som det er viktig å legge merke til:

**Basiskostnad** er prosjektets grunnkalkyle inkludert margin for uspesifiserte poster som en vet vil påløpe, men der det ikke er hensiktsmessig å beregne mengde og enhetspriser.

**P50** er det punktet på kurven der det er like stor sannsynlighet for at utfallet (prosjektets kostnad) vil overskride som underskride. P50 er et resultat av simuleringen, og er det samme som median-verdien.

**Forventet kostnad** er et uttrykk for hvor mye en forventer at prosjektet skal koste når det er fullført. Forventet kostnad er et resultat av simuleringen, og er det samme som gjennomsnittet.

**Kostnadsramme** angir hvor mye beslutningstakerne bør sette av for å finansiere prosjektet. Denne størrelsen inneholder en usikkerhetsavsetning. Det forventes ikke at prosjektet skal bruke av denne avsetningen. Usikkerhetsavsetningen disponeres av fagdepartementet.

**Styringsramme** angir rammen som bevilges til den utførende etat for å gjennomføre prosjektet. Styringsrammen inneholder en avsetning for forventede tillegg.

**Styringsmål** angir det målet som prosjektleder skal styre mot i gjennomføringen av prosjektet. Styringsmålet må velges slik at det på den ene siden representerer stram styring og på den andre siden ikke er så urealistisk at det virker demotiverende. Prosjektleder disponerer rammen som settes av styringsmålet.

#### Styring og oppfølging

Gjennomføringsfasen inngår ikke i forbindelse med kvalitetssikring i henhold til Rammeavtalen med Finansdepartementet. Det er Terramars målsetting at de tilrådinger som gis og de tiltak som identifiseres i arbeidet med kvalitetssikring av et prosjekt skal være nyttige for prosjektgruppen og øke sannsynligheten for en vellykket gjennomføring.

## **Bilag B5**

# **Usikkerhetsanalyse med resultater**

## INNHALDSFORTEGNELSE

Estimatusikkerhet.....	3
Største elementer av estimatusikkerhet .....	3
(A2) Profil: 0 til 3300.....	3
(A11) Profil 3610 – 6400 .....	4
(B10) Bommestad bru over Lågen 4-f .....	5
(D13) Omlegging av vannledninger.....	6
(P1) Prosjekt./Byggeledelse .....	7
(P3) Grunnerverv .....	8
(B8) Seierstad 4 –f .....	9
(A3) Ramper i kryss Langåker og Holm.....	10
Mindre elementer av estimatusikkerhet .....	11
Byggeherrekostnader .....	11
Veg Parsell 1 & 2 .....	11
Bruer Parsell 1 & 2.....	12
Tunnel.....	12
Andre tiltak parsell 1 .....	12
Andre Tiltak parsell 2 .....	13
Hendelsesusikkerhet.....	14
Ark. funn i anleggsperioden.....	14
Grunnforhold.....	15
Endringer.....	16
Marked.....	17
Grunnerverv .....	18
Omlegging av VIV.....	19
Kostnadsfordeling av omlegging av vannledning .....	20
Konseptendring .....	21

## ESTIMATUSIKKERHET

### Største elementer av estimatusikkerhet

<i>Usikkerhet</i>	<b>(A2) Profil: 0 til 3300</b>	Estimat:	X
		Hendelse:	
<i>Beskrivelse</i>	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>På denne strekningen må det regnes med masseutskifting under støyvollen. Strekningen har noe underskudd på fjell, men overskudd på jordmasser. Lengden 3145 m. Støy voll krever masseutskifting. Det kreves forbelastning mellom bro og kryss. Veg og voller må bygges om hverandre.</p> <p>Usikkerhet knyttet til mindre effektiv drift pga. omlegging av vannledning er behandlet som hendelsesusikkerhet, "Omlegging av VIV"</p> <p>Geoteknisk vurdering av fremføring av vannledning er ikke gjort. Dette ivaretas i prosjekteringen.</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p>Gode grunnforhold fører til at det kreves mindre forbelastning mellom mellom bru og kryss enn forutsatt?</p> <p><b><u>Nedside/ risiko</u></b></p> <p>Grunnforhold tilsier at det kreves mer forbelastning mellom mellom bru og kryss enn forutsatt?</p> <p><b><u>Konsekvens</u></b></p> <p>Mest sannsynlig verdi er lik anslag men usikkerheten har økt. Det er like stor sannsynlighet for at kostnader øker og faller</p>		
<i>Samvariasjon</i>			
<i>Kvantifisering</i>	<p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>: [88, 110, 132] MNOK</p>		
<i>Påvirkbarhet</i>			
<i>Tiltak</i>			

<b>Usikkerhet</b>	<b>(A11) Profil 3610 – 6400</b>	<b>Estimat:</b>	<b>X</b>
		<b>Hendelse:</b>	
<b>Beskrivelse</b>	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>Bygging består av 4-felts veg fra Amundrød tunnel S til bru over Lågen. Grunnforholdene betinger noe partvis forbelastning, ellers mye greie forhold. Ned mot Lågen kan det være noe dårlige masser i toppen.</p> <p>Veien har høyere kostnader på grunn av to forhold:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mere kuppert terreng</li> <li>- Massen må transporteres lengre og over to bruer . (urasjonell drift er ikke tatt med her)</li> </ul> <p>Kostnadene er vurdert til å være sammenlignbare med A2 ( 35 KNOK/m)</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p>Lettere terreng reduserer behovet for forbelastning som reduserer arbeidsomfang og tid</p> <p>Lett terreng medfører lettere tilgjengelighet via transportveier som medfører tidsbesparelser på veiarbeidet</p> <p><b><u>Neside/ risiko</u></b></p> <p>Kan være behov for ekstra forbelastning på grunn av dårlige grunnforhold</p> <p>Dårlig fremkommelighet reduserer muligheten for transportveger som kan forsinke veibygging</p>		
<b>Samvariasjon</b>			
<b>Kvantifisering</b>	<p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>: [69, 80, 104] MNOK</p>		
<b>Påvirkbarhet</b>			
<b>Tiltak</b>			

<i>Usikkerhet</i>	<b>(B10) Bommestad bru over Lågen 4-f</b>	Estimat:	X
		Hendelse:	
	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>2 stk. Langsgående fagverksbruer med brudekke i plasstøpt betong. Søylene i elva er stålrørspeler (friksjon). Landkar nord fundamenteres på såle. Landkar syd fundamenteres på peler til fjell.</p> <p>Viktig å få bru på plass tidlig for trafikk avviklingen. (D11).</p> <p>Rapport utarbeidet av ”Grøner” har estimert brukostnader som ligger til grunn for prosjektets vurdering.</p> <p>Fagverkbruer er en spesiell løsning som gjør at den er dyr. Det bygges ikke særlig mye av denne typen bru.</p> <p>Arkitekttegnet bro ligger til grunn for løsning .</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p>Det er mulig å bygge billigere bru enn det som er prosjektert (for eksempel stålkassebro). Det er liten sannsynlighet at prosjektet avviker fra valgt løsning.</p> <p><b><u>Nedside/ risiko</u></b></p>		
<i>Samvariasjon</i>			
<i>Kvantifisering</i>	<p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>: [37, 46, 69] MNOK</p>		
<i>Påvirkbarhet</i>			
<i>Tiltak</i>			



<i>Usikkerhet</i>	<b>(D13) Omlegging av vannledninger</b>	<b>Estimat:</b>	<b>X</b>
		<b>Hendelse:</b>	
	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>Vestfold Interkommunale Vannledning (ø 800 mm). Mest ugunstige omleggingslengde er 4105 m. Velges en annen løsning kan omleggingen reduseres til 2600 m</p> <p>67% av kostnadene for omlegging av vannledninger (eksklusiv Larvik) faller på parsell 1, resterende 33% på parsell 2</p> <p>Erfaring fra sammenlignbare prosjekter omregnet til 800mm tilsier at prisen bør økes til i forhold til prosjektets vurdering.</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p>Valg av annen løsning reduserer lengden til 2600m</p> <p><b><u>Nedside/ risiko</u></b></p> <p>Valg av løsning som krever maksimal lengde på 4105 m</p>		
<i>Samvariasjon</i>			
<i>Kvantifisering</i>	<p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>Parsell 1 : [20, 28, 50] MNOK</p>		
<i>Påvirkbarhet</i>			
<i>Tiltak</i>			

<i>Usikkerhet</i>	<b>(P1) Prosjekt./Byggeledelse</b>	Estimat:	X
		Hendelse:	
	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>Kostnads kalkyle utarbeidet av Statens vegvesen er basert på prosentpåslag av entreprisekost</p> <p>Stort spenn selv med erfaren stab skyldes betydelig usikkerhet knyttet til betaling for tjenester etter omorganisering av Region Sør (010103).</p> <p>Det er mer sannsynlig at prosjekt og byggeledelse vil bli dyrere heller enn billigere.</p> <p>Prosjektet legger opp til 15 personer. Overhead reduseres ikke da effekt av nedbemanning av Region Sør ikke vil merkes de første årene. Det kan bli større reiseaktivitet med ny organisasjon.</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p>Mulige besparelser dersom oppstart faller sammen med Koppstad Gulli prosjektet</p> <p><b><u>Nedside/ risiko</u></b></p> <p>Utsettelse av oppstart av prosjektet vil medføre merkostnader p.g.a. midlertidig stans og påfølgende oppstartkostnader.</p> <p>Personalansvar for stab er ikke i prosjektet på tross av høy faktureringsgrad over lang tid, samtidig som prosjektleder har større total ansvar i prosjektet i forhold til E18 Gutu.</p> <p>Prosjektet er sårbar for eksterne beslutninger knyttet til overføring/betaling av tjenester for Region Sør ressurser</p>		
<i>Samvariasjon</i>			
<i>Kvantifisering</i>	<p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>: [45, 52, 75] MNOK</p>		
<i>Påvirkbarhet</i>			
<i>Tiltak</i>			

<i>Usikkerhet</i>	<b>(P3) Grunnerverv</b>	Estimat:	X
		Hendelse:	
	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>Det er estimert 50 MNOK fordelt på 52 grunneiere. Dette inkluderer kostnader forbundet med erverv av eiendom, advokat. Markedspris på eiendom er lagt til grunn i overslaget. Det er ikke stort prispress i området.</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p>Vegen er ønsket av grunneiere på grunn av ulemper ved dagens veg og trafikksikkerhet.</p> <p><b><u>Nedside/ risiko</u></b></p> <p>Tre store gårdsbruk berøres – to av disse skal bygges opp igjen et annet sted. God dialog/prosess med berørte parter nødvendig.</p> <p>Tidligere oppstart enn 2005 vil kunne gi økte kostnader til grunnervervprosessen</p> <p><b><u>Konsekvens</u></b></p>		
<i>Samvariasjon</i>			
<i>Kvantifisering</i>	<p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>: [40, 50, 65] MNOK</p>		
<i>Påvirkbarhet</i>			
<i>Tiltak</i>			

<i>Usikkerhet</i>	<b>(B8) Seierstad 4 –f</b>	Estimat:	X
		Hendelse:	
	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>2 stk langsgående plasstøpt platebruer, fundamentert direkte på fjell (akse 1 og akse 2). Resten av brua fundamenteres peler til fjell. Nordre landkar fundamenteres direkte på fjell. Landkar syd fundamenteres på peler.</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p><b><u>Nedside/ risiko</u></b></p> <p><b><u>Konsekvens</u></b></p> <p>Mest sannsynlig verdi er lik , men usikkerheten har økt fra 12 til 24 MNOK sammenlignet med anslag. Det er like stor sannsynlighet for at priser øker og faller.</p>		
<i>Samvariasjon</i>			
<i>Kvantifisering</i>	<p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>: [60, 72, 84] MNOK</p>		
<i>Påvirkbarhet</i>			
<i>Tiltak</i>			

<i>Usikkerhet</i>	<b>(A3) Ramper i kryss Langåker og Holm</b>	<b>Estimat:</b>	<b>X</b>
		<b>Hendelse:</b>	
<i>Beskrivelse</i>	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>Ramper ved kryssene <i>Langåker og Holm (A3)</i> omfatter utvidelse langs 4-felten og rampa frem til rundkjøringene. Lengdene er på henholdsvis 1510 m og 1300 m (ihht omregningsfaktor). 5-meters veiprofil. Forbelastning på begge sider. Tas høyde for sikring av skråninger. Kryss av vannledning krever tiltak da den ikke kan havne under fyllingen</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p><b><u>Nedside/ risiko</u></b></p>		
<i>Samvariasjon</i>			
<i>Kvantifisering</i>	<p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>: [23, 33, 45] MNOK</p>		
<i>Påvirkbarhet</i>			
<i>Tiltak</i>			

## Mindre elementer av estimatusikkerhet

	<b>Byggeherrekostnader</b>	<b>Lav</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Høy</b>
P2	Byggeplanlegging	18	22	30
P4	Rigg byggherre	5	8	12
D7	Riggområder	0	1	2
D9	Forhåndsregistrering og tiltak	0	0.13	0.3
D10	Tiltak på nåværende E18	10	15	20
D17	Arkeologiske utgravning	10	16	21

Alle tall i 2002 MNOK

P1 Prosjekt./byggeledelse, P3 Grunnerverv se under avsnitt "Største elementer av estimatusikkerhet"

	<b>Veg Parsell 1 &amp; 2</b>	<b>Lav</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Høy</b>
A1	Profil: -900 til 0	18	24	32
A4	Rundkjøringer	4	8	10
A51	Hovedveg ved Langåker	6	8	11
A52	Hovedveg ved Holm (industriveg Ringdal vestre)	4	6	8
A6	Fylkesveg/lokalveg	2	4	6
A7	Driftsveger	1	2	3
A8	Lokal adkomstveg ved Skinnmo	1	2	3
A9	Lokal adkomstveg ved Ringdalsvegen	1	1	2
A10	G/S veger	2	4	7
A12	Profil 6550 - 7050	20	26	33
A13	Profil 7050 - 7300	8	9	12
A17	Ramper i kryss Bommestad	16	20	28
A141	Parsell 2 2-feltsveg	2	3	5
A142	Parsell 2 2-feltsveg m/midtdeler	3	3	5
A143	Parsell 2 4-feltsveg m/midtdeler, masseutskiftninger	8	10	13
A14	Rv. 40	12	17	24
A15	Omlegging av gamle E18	1	2	3
A161	Rundkjøringer ø 50 m	3	4	5
A162	Rundkjøringer ø 35 m	1	2	3
A18	G/S – Veger	3	5	8
A19	Adkomstveger og driftsveger	2	3	5
A20	Omlegging av fv 205	4	6	8

A2 Profil 0 – 3300, A3 Ramper Langåker Holm, A11 Profil 3310-6400 se under avsnitt "Største elementer av estimatusikkerhet"

	<b>Bruer Parsell 1 &amp; 2</b>	<b>Lav</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Høy</b>
B1	Langåker overgangsbru	6	8	9
B3	Viltlokk	12	15	18
B5	Ringdal 4 –f	31	37	43
B2	Skinmø overgangsbru	4	6	7
B4	Ringdalsvegen overgangsbru	3	4	6
B6	Ringdalskogen overgangsbru	6	7	9
B13	Kulvert rv40 og Solbergvegen	1	2	2
B7	Rødbøl 4 –f	30	36	42
B9	Hedrumsvn. 4-f	7	9	10
B11	Bruer over rv 40	14	18	22
B12	Kverken Kulvert	5	6	8
B13	Kulvert rv40 og Solbergvegen	1	2	2

*B8 Seierstad bro 4-f, B10 Bro over Lågen, se under avsnitt "Største elementer av estimatusikkerhet"*

	<b>Tunnel</b>	<b>Lav</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Høy</b>
C1	Tunnel	36	42	49
C2	Portaler	6	7	8

	<b>Andre tiltak parsell 1</b>	<b>Andel</b>	<b>Lav</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Høy</b>
D12	Bomstasjoner	100 %	35	38	45
D1	Bassenger	44 %	1	4	7
D2	Voller	36 %	1	2	2
D3	Støyskjermer	7 %	1	1	1
D4	Bepantning for viltkorridor	40 %	2	3	4
D6	Deponier	50 %	4	6	8
D8	Omlagging av kabler	22 %	1	1	1
D11	Trafikkavvikling	18 %	3	4	6
D16	Fasedetiltak/lokal skjerming	43 %	2	4	6
D18	Fjerning av gamle vegger/hus etc	50 %	3	4	5
D19	Støttemurer	50 %	1	1	2

*D13 Omlagging av vannledning, se under avsnitt "Største elementer av estimatusikkerhet"*

	<b>Andre Tiltak parsell 2</b>	<b>Andel</b>	<b>Lav</b>	<b>Mest sannsynlig</b>	<b>Høy</b>
D3	Støyskjermer	93 %	8	12	16
D11	Trafikkavvikling	82 %	13	19	29
D13	Omlegging av vannledninger	33 %	7	14	17
D14	Omlegging av vannledning Larvik k.	100 %	3	4	5
G6	Omlegging av vannledninger				
D1	Bassenger	56 %	3	6	7
D2	Voller	64 %	2	3	3
D4	Beplantning for viltkorridor	60 %	2	4	7
D5	Beplantning i kryss Bommestad	100 %	1	1	2
D6	Deponier	50 %	5	6	7
D8	Omlegging av kabler	78 %	2	3	5
D15	Trykkøkingsstasjon	100 %	1	1	1
D16	Fasedetiltak/lokal skjerming	57 %	2	6	9
D18	Fjerning av gamle vejer/hus etc	50 %	2	4	8
D19	Støttemurer	50 %	1	1	2
D20	Flytting av krigsmonument	100 %	0	1	1



## HENDELSESUSIKKERHET

<i>Usikkerhet</i>	<b>Ark. funn i anleggsperioden</b>	Estimat:	
		Hendelse:	X
<i>Beskrivelse</i> Uforutsette arkeologiske funn i grunnen i anleggsperioden	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>Lav sannsynlighet da registrering og utgravingsprogram er relativt omfattende og grundig (gjennomføres sommeren 2003 og sommeren 2004).</p> <p>Arkeologiske funn før anleggsstart er hensyntatt i estimat. Usikkerhet for posten D17 arkeologiske utgravninger.</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p><b><u>Nedside/ risiko</u></b></p> <p><b><u>Konsekvens</u></b></p> <p>Vil medføre stans i anleggsarbeidet med tilhørende forseringskostnader og kostnader for ineffektiv drift.</p>		
<i>Samvariasjon</i>			
<i>Kvantifisering</i>	<p><b><u>Sannsynlighet:</u></b> 20%</p> <p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>: [0, 5, 10] MNOK</p>		
<i>Påvirkbarhet</i>			
<i>Tiltak</i>			

<i>Usikkerhet</i>	<b>Grunnforhold</b>	Estimat:	
		Hendelse:	X
<i>Beskrivelse</i> Uforutsette forhold og problemer knyttet til grunnforhold og fundamentering	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>Påvirker veg (fundamentering) og bro (fundamentering og pæling)</p> <p><u>Bro over Lågen</u>: Estimert forutsetter pæling for brofundamenter. Uforutsette forhold er særlig knyttet til brofundamenter ute i selve Lågen. Pæling utføres fra pælerigg som står på provisorisk steinfylling i elven.</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p><b><u>Nedside/ risiko</u></b></p> <p>Det er satt av tid til forbelastning på visse deler av parsellene. Dersom det besluttes kortere gjennomføringstid vil dette medføre ekstrakostnader</p> <p>Usikkerhet knyttes til ramming av pæler – risiko for å treffe større steiner under arbeidet.</p> <p><b><u>Konsekvens</u></b></p>		
<i>Samvariasjon</i>			
<i>Kvantifisering</i>	<p><b><u>Sannsynlighet:</u></b> 30%</p> <p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>: [5, 10, 20] MNOK</p>		
<i>Påvirkbarhet</i>			
<i>Tiltak</i>			

<i>Usikkerhet</i>	<b>Endringer</b>	Estimat:	
		Hendelse:	X
<b>Beskrivelse</b> Uforutsette endringer i prosjektperioden (uteglemte elementer, undervurdert kompleksitet, nye lover /forskrifter, etc.)	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>Gjelder for endringer som følger av at elementer ikke har blitt tatt med i planleggingen av prosjektet p.g.a. manglende detaljering i planer, at kompleksitet av løsninger har blitt undervurdert, eller at nye lover eller forskrifter medfører at løsninger må endres.</p> <p>Designutvikling og detaljering av tekniske løsninger frem til endelig utforming og utførelse</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p><b><u>Nedside/ risiko</u></b></p> <p><b><u>Konsekvens</u></b></p> <p>Anslått som prosentvis påslag på basisestimat</p>		
<b>Samvariasjon</b>			
<b>Kvantifisering</b>	<p><b><u>Sannsynlighet:</u></b> 80%</p> <p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>: [0, 50, 100] MNOK</p>		
<b>Påvirkbarhet</b>			
<b>Tiltak</b>			

<b>Usikkerhet</b>	<b>Marked</b>		<b>Estimat:</b>	
			<b>Hendelse:</b>	<b>X</b>
<b>Beskrivelse</b>  <i>Uforutsette større endringer i markedet for entreprenør-tjenester</i>	<b><u>Basisforutsetninger</u></b>  Analysen er basert på en vurdering av historiske data for årene 1985 – 2002, samt prognose for forventet utvikling i bygg- og anleggsmarkedet. (Prognosesenteret AS).  Dette er brukt som grunnlag for å modellere forventning og usikkerhet i utviklingen av bygg- og anleggsmarkedet i perioden. Markedsutviklingen er modellert som en nominell indeks. Indeksens utvikling er modellert som en multiplikativ Markov-modell fordi denne gir en god gjengivelse av hvordan en indeks utvikler seg over tid. Modellen hensyntar den sterke tidsavhengigheten i utviklingen. Se Bilag 8 ”Metodebeskrivelse for simulering av markedsusikkerhet” for en nærmere beskrivelse av metoden.  Det henvises til kapitel 5.6.2 i ”Rapport E18 Langåker Bommestad” og Bilag 8 ”Metodebeskrivelse for vurdering av markedsusikkerhet”			
<b>Samvariasjon</b>				
<b>Kvantifisering</b>	<b><u>Sannsynlighet:</u></b> 100%  <b><u>Konsekvens</u></b> :    [P10,        P50,        P90] :    [-140,        10,        150]    MNOK			
<b>Påvirkbarhet</b>				
<b>Tiltak</b>				

<i>Usikkerhet</i>	<b>Grunnerverv</b>	Estimat:	
		Hendelse:	X
<i>Beskrivelse</i> <i>Uforutsette</i> <i>problemer i</i> <i>forbindelse med</i> <i>grunnerverv</i>	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>Prosjektet skal gjennomføre en omfattende grunnerverversprosess før anleggsarbeider kan starte. Et antall (3-4) gårdstun skal fraflyttes og bygges opp på nytt</p> <p>Påvirker flytting av masser, tid til å bygge opp nye gårdstun, adkomstveier, start på riving og midlertidig omlokalisering av husstander.</p> <p>Forsinket tilgang til anleggsområde hvor gårdstunene ligger vil medføre urasjonell anleggsdrift/oppsplitting av parsellene.</p> <p>Ved oppstart senere enn 2004 vil grunnerverversprosessen være avsluttet og dermed frafalle som usikkerhetselement</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p>Oppstart 2005 eller senere</p> <p><b><u>Nedside/ risiko</u></b></p> <p>Hvis forsinket tilgang til anleggsområde fanges opp og beskrives i anbudsgrunnlaget vil enhetsprisene påvirkes i størrelsesorden +10%).</p> <p>Hvis forsinket tilgang til anleggsområde fanges opp under gjennomføringen (etter byggestart) vil entreprenøren kreve tillegg for mindre effektiv drift og/eller senere forsering for å holde tidsfrister.</p> <p><b><u>Konsekvens</u></b></p>		
<i>Samvariasjon</i>			
<i>Kvantifisering</i>	<p><b><u>Sannsynlighet:</u></b> 80%</p> <p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>: [2, 10, 20] MNOK</p>		
<i>Påvirkbarhet</i>			
<i>Tiltak</i>			

<i>Usikkerhet</i>	<b>Omlegging av VIV</b>	Estimat:	
		Hendelse:	X
<b>Beskrivelse</b> Forsinkelser i bygging av veg grunnet omlegging av interkommunale vannledning i Vestfold (VIV)	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>Omlegging av eksisterende vannlednings er forutsatt utført i perioden januar 2004 til sommer 2005 (1,5 år byggetid). Eksisterende vannledningstrasee ligger dels i og dels inntil linjeføring for ny E18-trasee. Medfører mindre effektiv drift for veg- og brobygging i nevnte tidsperiode – særlig masseflytting og forbelastning.</p> <p>Dersom oppstart senere enn 2005 vil grunnervvervsprosessen være avsluttet og dermed frafalle som usikkerhetselement</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p>Oppstart 2005</p> <p><b><u>Nedside/ risiko</u></b></p> <p><b><u>Konsekvens</u></b></p>		
<b>Samvariasjon</b>			
<b>Kvantifisering</b>	<p><b><u>Sannsynlighet:</u></b> 100%</p> <p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>: [5, 15, 40] MNOK</p>		
<b>Påvirkbarhet</b>			
<b>Tiltak</b>			

<i>Usikkerhet</i>	<b>Kostnadsfordeling av omlegging av vannledning</b>	Estimat:	
		Hendelse:	X
<i>Beskrivelse</i>	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>Uklar fordeling av kostnader mellom prosjektet og VIV i forbindelse med omlegging av vannledning VIV er byggherre for anlegget. Prosjektet betaler en andel av disse kostnadene (estimert til 40 MNOK). Risikodeling 50/50 ved over-/underskridelse av budsjett. Kostnadsfordeling basert på gjeldende kalkyle som oppdateres når VIV har innhentet tilbud på arbeidet.</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p><b><u>Nedside/ risiko</u></b></p>		
<i>Samvariasjon</i>	Omlegging av VIV 100%		
<i>Kvantifisering</i>	<p><b><u>Sannsynlighet:</u></b> 70%</p> <p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>: [-5, 5, 15] MNOK</p>		
<i>Påvirkbarhet</i>			
<i>Tiltak</i>			

<i>Usikkerhet</i>	<b>Konseptendring</b>	Estimat:	
		Hendelse:	X
<i>Beskrivelse</i> <i>Aksept for endret løsning knyttet til lengde på tunnel og type endring av overgangsbroer</i>	<p><b><u>Basisforutsetninger</u></b></p> <p>Endelig beslutning om endring av lengde på tunnel og typeendring av overgangsbroer. Denne beslutningen ligger utenfor prosjektet.</p> <p><b><u>Tunnel</u></b></p> <p>Det er mer sannsynlig at reduksjonen får medhold grunnet moderate miljømessige konsekvenser. Det tilgrensende området er for det meste næringsrelatert. Skjæring i fjell vil gi mer steinmasse til prosjektet.</p> <p>Miljømessig er det ikke stor nytte av tunnel da tilgrensende områder er hovedsakelig industriområder. Det er også gunstig med overskuddsmasse fra skjæring i fjell fremfor tunnel. Potensiell besparelse på 26 MNOK inkluderer ikke besparelser i forhold til overskuddsmasse da det er utilstrekkelig masse i prosjektet i sin helhet.</p> <p>Reduksjon av tunnel er ikke tatt med i kuttliste, da prosjektet er avhengig av eksterne beslutninger (kommunen og Vegdirektoratet) for å kunne gjennomføre endringer</p> <p><b><u>Overgangsbroer</u></b></p> <p>Omfatter B1, B2, B4, B6,</p> <p>Endre type overgangsbro. Estimater forutsetter sprengverkskonstruksjoner i betong – kan forenkles til ordinære platebroer. Krever ikke endring i reguleringsplan.</p> <p>Endring av type bro er ikke tatt med i kuttliste, da prosjektet er avhengig av kommunen og Vegdirektoratet sin avgjørelse.</p> <p><b><u>Oppside/ mulighet</u></b></p> <p>Kortere tunnel</p> <p>Billigere overgangsbroer</p> <p><b><u>Nedside/ risiko</u></b></p> <p><b><u>Konsekvens</u></b></p>		
<i>Samvariasjon</i>			
<i>Kvantifisering</i>	<p><b><u>Sannsynlighet:</u></b> 70%</p> <p><b><u>Konsekvens</u></b> : [P10, P50, P90]</p> <p>: [-30, -25, -15] MNOK</p>		
<i>Påvirkbarhet</i>			
<i>Tiltak</i>			



## **Bilag B6**

# **Referansesjekk**

Følgende referansesjekker er utført:

- Melbø Prosjektkompetanse AS ved Olaf Melbø er konsultert for vurdering og kvalitetssikring av teknisk løsning og kostnadskalkyle.
- Prognosesenteret AS ved Bjørn Birkeland er konsultert for vurdering av utvikling (markedsmessig usikkerhet) i bygg- og anleggsmarkedet.

## **Bilag B8**

# **Metodebeskrivelse for vurdering av markedsusikkerhet**

Beskrivelse av modellering og simulering av usikkerhet i fremtidig utvikling av markedspriser for bygg og anleggsmarkedet i Østlands-området i perioden 2003 – 07 med anvendelse på analyse av usikkerheten i prosjekt ny 4-felts E18: Langåker – Bommestad.

Analysen tar utgangspunkt i en rapport fra Prognosesenteret AS, "Scenariotesting BA-markedet mot 2007". Det er innhentet historiske data fra samme firma med årlig endring i entreprisekostnader i Østlands-området i perioden 1985 – 2002 samt prognose for årene 2003 – 2004. Datene er gjengitt i tabellen under.

År	Indeks	Endring fra året før	Endring fra 5 år før
1985	100.0		
1986	101.5	1.5 %	
1987	111.5	9.9 %	
1988	113.4	1.7 %	
1989	103.2	-9.0 %	
1990	91.5	-11.4 %	-8.5 %
1991	88.7	-3.0 %	-12.6 %
1992	83.4	-6.0 %	-25.2 %
1993	85.1	2.0 %	-25.0 %
1994	85.9	1.0 %	-16.8 %
1995	88.5	3.0 %	-3.2 %
1996	98.2	11.0 %	10.7 %
1997	111.0	13.0 %	33.1 %
1998	120.4	8.5 %	41.6 %
1999	130.7	8.5 %	52.1 %
2000	141.1	8.0 %	59.5 %
2001	152.7	8.2 %	55.4 %
2002	159.7	4.6 %	43.9 %
2003	160.8	0.7 %	33.5 %
2004	160.0	-0.5 %	22.5 %
2005	162.6	1.6 %	15.2 %
2006	166.0	2.1 %	8.7 %
2007	169.3	2.0 %	6.0 %
St.avvik (85 – 02)		7.1 %	32.6 %
Gjennomsnitt (85 – 02)		3.0 %	15.8 %

Prognose

Indeksen (1985 = 100), er kalkulert med basis i prosentvis vekst fra året før. Det fremgår av tabellen at det har vært store bevegelser i indeksen i perioden. Fra toppen i 1988 til bunnen i 1992 falt indeksen med 25 %. I den lange oppgangen som fulgte, har indeksen på det meste beveget seg med 60 % fra fem år før. Den sterke veksten synes nå å ha avtatt og prognosen peker på jevnt svak vekst i nærmeste fem-års periode.

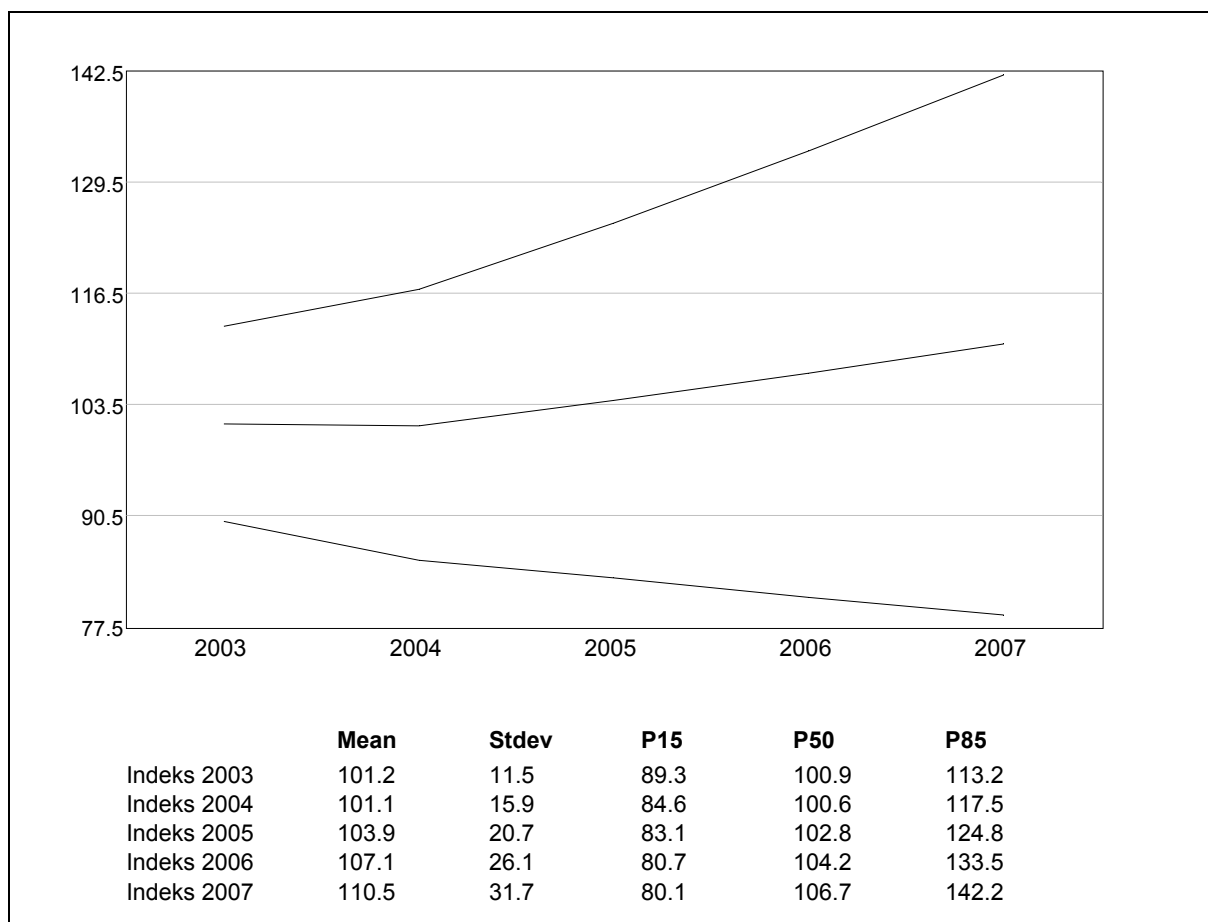
Et annet trekk ved tallene er den sterke samvariasjonen mellom veksten i ett år og veksten i det påfølgende året. Denne samvariasjonen avtar imidlertid raskt over tid, og er tilnærmet null mellom veksten i ett år og veksten 4 år etter.

En gjennomsnittlig forventet vekst på 3,0 % pr år, med et standardavvik på 7,1 % og en korrelasjonskoeffisient på 0,68 mellom veksten i ett år og påfølgende år gir et godt utgangspunkt for en modell.

Prognosesenterets prognose for veksten i BA-markedet over femårsperioden vurderes å være det beste anslaget på veksten fremover. I modellen har vi derfor valgt å benytte deres prognoser som forventningsverdier. Merk at prognosetallene er nominelle tall!

Indeksens utvikling er modellert som en multiplikativ Markov-modell. En multiplikativ modell er valgt fordi denne gir en best mulig gjengivelse av hvordan en indeks utvikler seg over tid.

I figuren under vises resultatet av en simulering med prognosetallene som forventning, og standardavvik og korrelasjonskoeffisient basert på samtlige historiske data. Linjene representerer forventningsverdi  $\pm$  ett standardavvik (100 = 2002).



Imidlertid har vi relativt få observasjoner å basere beregningene på (15 år). Videre er det ting som tyder på at dette muligens ikke er en stasjonær prosess, dvs at forventning, standardavvik og korrelasjon kan endre seg over tid med den økonomiske utviklingen i samfunnet.

En nærmere analyse av dataene (vha 6 års glidende gjennomsnitt) antyder at det er en viss nedadgående trend i usikkerheten over tid, målt ved standardavviket. Noen tilsvarende trend for korrelasjonen finner man ikke. Det kan imidlertid synes som om verdien på 0.68 er noe høy historisk sett.

Terramar har da vurdert at et st.avvik på 5 % og en korrelasjonskoeffisient på 0,5 gir resultater som best beskriver våre markedsforventninger fremover. Resultatet av denne simuleringen er vist i figuren under (100 = 2002).

