

Rapport fra kvalitetssikring av prosjekt Rv. 47 T-forbindelsen

Rapport til Finansdepartementet og
Samferdselsdepartementet

Rapport nr: 2007-1012

Rev 0.9, 11. september 2007

Avgradert

Dette dokumentet er avgradert av Samferdselsdepartementet og er ikke lenger unntatt offentlighet.

Referanse: Brev fra Samferdselsdepartementet til Concept-programmet 04.11.2011 Ref: 09/380-JRO

Superside til Trailbase				Side	
Generelle opplysninger					
Kvalitetssikringen	Kvalitetssikrer: Advansia AS, DNV og SNF.		Dato:		
Prosjektinformasjon	Prosjektnavn: T-forbindelsen	Departement: Samferdselsdepartementet	Prosjekttype: Veiprojekt		
Basis for analysen	Prosjektfase: 4 - Detaljprosjektering		Prisnivå (måned og år): 1. kvartal 2007		
Tidsplan	St.prp.:	Prosjektoppstart: 2008	Planlagt ferdig: 2011		
Avhengighet av tilgrensende prosjekter	Prosjektet vil utføre noen tiltak som tilhører andre deler av Haugalandpakken og for berørte kommuner, men dette finansieres utenfor prosjektet. Prosjektet kan gjennomføres uten kritiske avhengigheter til andre prosjekter.				
Styringsfilosofi	KSGs oppfatning er at kontraktsoppdelingen er hensiktsmessig både i forhold til tekniske og gjennomføringsmessige grensesnitt. Valg av gjennomføringsstrategi er gjort ut i fra et ønske om å begrense antall tekniske og organisatoriske grensesnitt. Entreprenøroppdelingen vil gi en forenklet administrativ oppfølging av prosjektet og optimal bruk og håndtering av overskuddsmasser.				
Anmerkninger					
Tema/Sak					
Kontraktstrategi	Entreprise-/leveransestruktur	Entrepriseform/ Kontraktformat	Kompensasjons-/vederlagsform	5	
Planlagt:	To store hoved-entrepriser og tre mindre.	Enhetsprisformat	Oppgjør i henhold til enhetspris kontrakter.		
Anbefalt:	KSG støtter planlagt entreprise-/leveransestruktur.	KSG støtter planlagt entrepriseform og kontraktsformat.	KSG foreslår økt bruk av incentiver.		
Suksessfaktorer og fallgruver	De tre viktigste suksessfaktorene:		De tre viktigste fallgruvene:	Anmerk.: 7	
	Prosjektet må skape en kompetent organisasjon med nødvendige ressurser		Prosjektet får ikke tak i tilstrekkelig geologisk kompetanse og får ikke startet opp prosjektet til rett tid.		
	Forespørselsdokumenter inneholder tilstrekkelig informasjon fra geologiske forundersøkelser		Entreprenører legger inn større usikkerhet på bakgrunn av mangelfull informasjon fra geologiske rapporter		
	Prosjektets kontraktsstrategi tiltrekker de rette tilbyderne med kapasitet og kompetanse til å gjennomføre store entrepriser		Store entreprenører ser ikke kontraktene som så strategisk interessante at de vil prioritere prosjektet		
Estimatusikkerhet	De tre største usikkerhetselementer:			Anmerk.: 15	
	UF5 Markedsusikkerhet. Svingninger i markedet for større entrepriser.				
	UF4 Geologi/grunnforhold. Usikkerhet i geologisk grunnmateriale gir stor spredning i KSGs og entreprenørers estimater.				
	UF2 Prosjektorganisering/styring. Økte krav til geologer og stramt arbeidsmarked.				
Hendelsesusikkerhet	De tre største hendelsene:		Sannsynlighet	Konsekvenskostnad	Anmerk.: 15
	H2 Ras i tunnel		10 %	MNOK 7,5	
	H4 Eksplosjon/brann i tunnel		5 %	MNOK 7,5	
	H3 Arbeidsulykke		35 %	MNOK 0,9	
Risikoreducerende tiltak	Mulige / anbefalte tiltak:			Forventet kostnad:	18
	Redusere usikkerhet ved å gjennomføre geologiske forundersøkelser i henhold til tilrådninger.			-	
	Innarbeide opsjoner i kontraktene for å sikre styrbarhet om geologisk eller markedsusikkerhet tilsier det.			-	

	Utarbeide en tiltaksplan for hvorledes prosjektet kan gjøre tilgjengelig tilstrekkelig ressurser før prosjektet igangsettes.			-	
Reduksjoner og forenklinger	Mulige/anbefalte tiltak:	Beslutningsplan:		Forventet besparelse:	20
	Endre fra 4-felt til 2-felts veg ved Raglamyr	2008 - Før forespørsel K2 sendes ut. Ivaretas som opsjon.		MNOK 1,5	
	Kutte undergang sør for 4-felt ved Raglamyr	2009 - Etter at veien er bygd. Ivaretas som opsjon.		MNOK 1,8	
	Kutte den delen av beplantning som kun har estetiske hensyn	2009 - Før kontrakt om grønt inngås		MNOK 1,5	
Tilrådnings om kostnadsramme og usikkerhetsavsetning.	Forventet kostnad/styringsramme	P50	MNOK 1290	Anmerkninger:	21
	Anbefalt kostnadsramme	P85 minus Reduksjoner	MNOK 1430	Anmerkninger: P85 er MNOK 1440	
	Mål på usikkerhet	Relativt standardavvik 11 %	MNOK 142	Anmerkninger:	
Valuta	N/A				
Tilråkning om organisering og styring	KSGs vurdering er at prosjektet har en erfaren ledelse ved sin prosjektleder og byggelederne for de to viktigste kontraktene. Prosjektet må ta høyde for mulig nye krav til tilgjengelig geologisk kompetanse på skiftene. Region Vest bør som et strakstiltak utarbeide en tiltaksplan for hvorledes prosjektet kan gjøre tilgjengelig tilstrekkelig ressurser før prosjektet igangsettes.				22
Planlagt bevilgning	2008:	2009:	Dekket innenfor vedtatte rammer?		
Anmerkninger					

Sammenheng

Prosjektet Rv. 47 T-forbindelsen (heretter T-forbindelsen) omfatter etablering av nytt øst-vest vegsamband på 10,8 km mellom E39 i Tysvær, Fosen på Karmøy og Rv. 47v/Håvik på Karmøy, samt nord-sør vegsamband på 9,1 km mellom E134 på Raglamyr i Haugesund og Fosen på Karmøy. Undersjøisk tunnel under Karmsundet og Førdesfjorden, inkludert arm til Fosen, utgjør 8,9 km. Prosjektet gjennomføres av Statens Vegvesen region Vest.

Konstellasjonen Advansia AS, Det Norske Veritas AS og Samfunns- og næringslivsforskning AS – i rapporten kalt kvalitetssikringsgruppen (KSG), med støtte fra Norges Geotekniske Institutt (NGI), har gjennomført ekstern kvalitetssikring av prosjektet for Finansdepartementet og Samferdselsdepartementet. Kvalitetssikringen er gjennomført i perioden mai-august 2007.

Hensikten med analysen har vært å få en tredjeparts vurdering av prosjektets kostnadsramme, styring og organisering, før prosjektet legges frem for Stortinget. Analysen er basert på gjennomgang av grunnlagsdokumenter og møter med prosjektorganisasjonen. Det er i tillegg gjennomført en vurdering av mottatt dokumentasjon vedrørende trafikkgrunnlaget og de elementer i finansieringsplanen som er relatert til trafikkgrunnlaget.

Kommentarer til Sentralt styringsdokument, og bekreftelse på at styringsdokumentet ga tilstrekkelig grunnlag for å gjennomføre en ekstern kvalitetssikring, ble fremsendt 21. mai 2007.

Hovedkonklusjoner

KSGs oppfatning er at kontraktsoppdelingen er hensiktsmessig både i forhold til tekniske og gjennomføringsmessige grensesnitt. Valg av gjennomføringsstrategi er gjort ut i fra et ønske om å begrense antall tekniske og organisatoriske grensesnitt. Entreprisepopdelingen vil gi en forenklet administrativ oppfølging av prosjektet og optimal bruk og håndtering av overskuddsmasser. KSG støtter avgjørelsen om å bruke NS 3430 inntil ny standard er implementert i styringssystemet til SVV og i håndbok 066.

KSGs vurdering er at prosjektet har en erfaren ledelse ved sin prosjektleder og byggelederne for de to viktigste kontraktene. Prosjektorganisasjonen er beskrevet i sentralt styringsdokument og reflekterer i hovedsak den kontraktstrategi som er valgt med to store hovedentrepriser supplert med tre mindre entrepriser. Prosjektet signaliserer at det kan være vanskelig å skaffe kompetent personell med ingeniørgeologisk bakgrunn. Region Vest bør således som et strakstiltak utarbeide en tiltaksplan for hvorledes prosjektet kan gjøre tilgjengelig tilstrekkelig ingeniørgeologiske ressurser før prosjektet igangsettes.

I beregningen av trafikkgrunnlaget for T-forbindelsen uten bompengeneinnkreving har Statens Vegvesen (SVV) benyttet en regional transportmodell (RTM) med noen korreksjoner. Når bompenger på 20 kroner introduseres har SVV valgt å se bort fra beregningen i RTM og antatt et betydelig høyere trafikkgrunnlag enn hva RTM tilsier. Vi kan ikke se at Vegvesenet har faglig dekning for sin overprøving av det modellberegnete trafikkgrunnlaget for bompengeneinnkreving. I relasjon til finansieringsplanen representerer denne antagelsen en oppskrivning av bompengeneinnkreving på ca. 42 %, som målt i 2007-kroner utgjør en økning fra 131 til 186 millioner kroner.

Kvaliteten av geologisk rapport er avgjørende for at prosjektet skal få en tilfredsstillende gjennomføring innenfor fastlagte økonomiske rammer. Vi kan ikke se at den foreliggende geologiske rapporten er et godt nok grunnlag for entreprenøren for egne vurderinger og tolkning av geologiske forhold. Anbudets sikringsmengder skal bygge på den geologiske rapporten. Det mottatte supplerende geologiske grunnlagsmaterialet er også vurdert. Grunnlagsmaterialet tilsier at det er betydelig usikkerhet knyttet til pris- og mengdeanslag for kritiske områder, som passering av større svakhetssoner i undersjøiske tunneler, rundkjøring i fjell og passering under Litlavatnet. Dette gjenspeiles i vår vurdering av forventet tillegg og forslag til usikkerhetsavsetning. Sikringsmengder som er anslått synes generelt å være for lave med tanke på de forventede vanskelige geologiske forholdene. Tilrådninger knyttet til geologiske forhold er utdypet i Vedlegg V8.

KSG anser de viktigste suksessfaktorene i prosjektet for å være:

- Overskuddsmasser fra prosjektet disponeres på en gunstig måte for både prosjektet og samfunnet.
- Prosjektet må skape en kompetent organisasjon med nødvendige ressurser som samarbeider mot felles mål med klare grensesnitt.
- Prosjektets kontraktsstrategi tiltrekker de rette tilbyderne med kapasitet og kompetanse til å gjennomføre store entrepriser.

Resultat av usikkerhetsanalysen

Bakgrunnen for anslagsrapportens vurderinger av nedre og øvre verdi er mangelfullt dokumentert. Dette vil skape vanskeligheter for vedlikehold av dokumentet og for videre håndtering av usikkerhet i prosjektgjennomføringen. I tillegg vanskeliggjør dette kvalitetssikring.

Nøkkeltall fra usikkerhetsanalysen (kapittel 6) er vist i tabellen nedenfor.

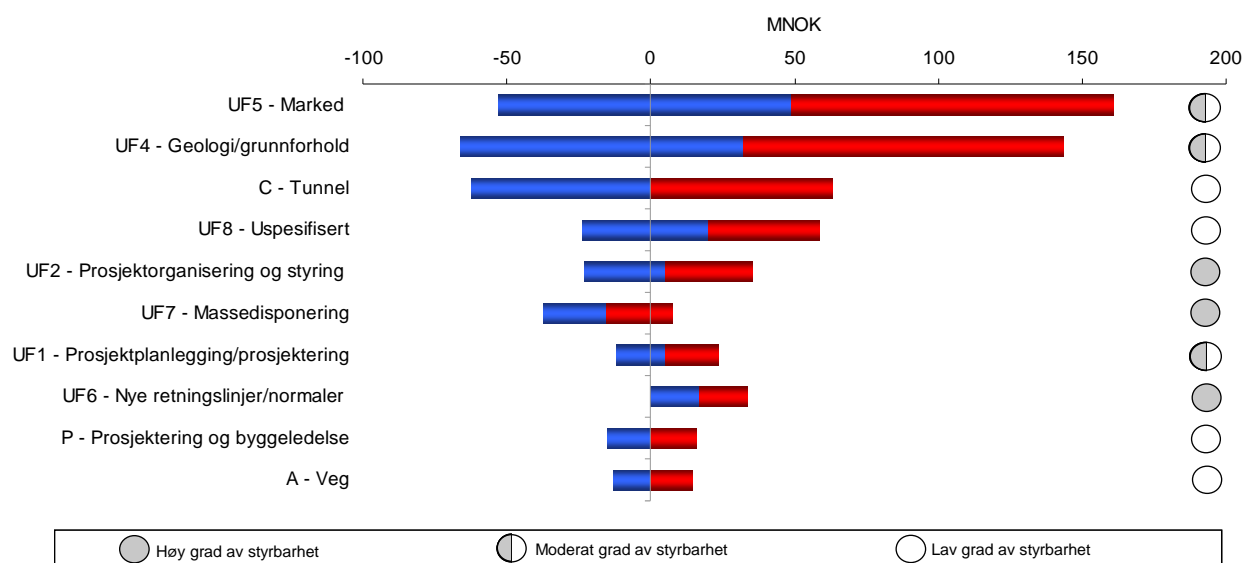
	Forventningsverdi (E)	P50- fraktil	P85-fraktil	Relativt standardavvik (σ/E)
KSG	1 290	1290	1440	11 %

KSG vurderer usikkerheten i kostnadsoverslaget til å være større enn det prosjektet selv har konkludert med.

De største usikkerhetselementene i prosjektet er knyttet til;

- svingninger i markedet for større entrepriser (markedsusikkerhet)
- geologiske forhold for undersjøiske tunneler
- uspesifisert i forhold til detaljeringsgrad/uteglemte elementer
- prosjektorganisering

De usikkerhetsfaktorer og hendelser som bidrar med størst usikkerhet i analysen er vist i figuren nedenfor, med bidrag til den totale forventningsverdien. Usikkerheten kan både gi mulighet for besparelser og risiko for overskridelser.



Figuren er nærmere forklart i kapittel 6.

Tiltak for å redusere usikkerhet er omtalt i kapittel 7.

Anbefalt kostnadsramme og usikkerhetsavsetning

Det er etablert en liste med aktuelle reduksjoner og forenklinger hvorav ca MNOK 10 anses å være hensiktsmessige virkemidler for håndtering av eventuelle kostnadsoverskridelser. Det er viktig at forespørselen utformes på en slik måte at kuttlisten kan benyttes ved behov.

Anbefalt kostnadsramme er MNOK 1430 som er P₈₅-verdi fratrukket reduksjoner og forenklinger med ca MNOK 10.

Anbefalt usikkerhetsavsetning er MNOK 140.

KSGs tilrådinger/anbefalinger er samlet i kapittel 11.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
1.1	Beskrivelse av prosjektet	1
1.2	Om analysen	3
2	Prosjektets grunnleggende forutsetninger/Sentralt styringsdokument	4
3	Kontraktstrategi	5
3.1	Gjennomføringsstrategi	5
3.2	Kompensasjonsformat og incitamenter	6
3.3	Strategi for ansvars- og risikofordeling	6
3.4	Sikringsmekanismer og forhold til regelverket	6
4	Suksessfaktorer og fallgruver	7
5	Vurdering av trafikkgrunnlag	9
6	Usikkerhetsanalyse	10
6.1	Analyseresultater	10
6.2	Grunnkalkyle - usikkerhet i estimater	12
6.3	Usikkerhetsfaktorer	15
6.4	Hendelsesusikkerhet	15
6.5	Gjennomgang av det opprinnelige anslaget	16
6.6	Pålitelighet og gyldighet av analysen	17
7	Tiltak for reduksjon av usikkerhet	18
8	Reduksjoner og forenklinger	20
9	Tilrådninger om kostnadsramme og avsetninger	21
10	Organisering og styring av prosjektet	22
10.1	Beslutningsgang	22
10.2	Overordnet organisering	22
10.3	Prosjektorganisasjonen	22
10.4	Styring og kontroll	23
10.5	Rapportering	23
10.6	Eierskap til avsetninger	23
11	Tilrådninger	24
V1.	Dokumenter som ligger til grunn for kvalitetssikringen	2
V2.	Møteoversikt	3
V3.	Kommentarer til Sentralt Styringsdokument	4
V4.	Vurdering av trafikkgrunnlag	6
V5.	Metode for datainnsamling og usikkerhetsanalyse	13
V6.	Usikkerhet	16
V7.	Referansesjekk	23
V8.	Tilråkning knyttet til geologiske forhold – Teknisk notat fra NGI	30
V9.	Presentasjon av rapport 11. september 2007	35
V10.	Oversikt over sentrale personer i forbindelse med oppdraget	36

1 Innledning

Konstellasjonen Advansia AS, Det Norske Veritas AS (DNV) og Samfunns- og næringslivsforskning AS (SNF) har gjort en analyse av veiprojektet *Rv. 47 T-forbindelsen*. Analysen er gjennomført i henhold til Rammeavtale av 10. juni 2005 med Finansdepartementet om kvalitetssikring av store statlige investeringer. Videre i rapporten benevnes konstellasjonen kvalitetssikringsgruppen, som forkortes til KSG. I denne analysen har Norges Geotekniske Institutt (NGI) bidratt som underleverandør.

Analysen er gjennomført i perioden mai-august 2007. Hensikten med analysen er å få en tredjeparts vurdering av prosjektet før det legges frem for Stortinget. Vurderingen inkluderer

- gjennomgang av prosjektets grunnleggende forutsetninger
- usikkerhetsanalyse av foreslått kostnadsramme
- tilrådninger om styring og organisering av prosjektet
- vurdering av trafikkgrunnlaget
- vurdering av de elementer i finansieringsplanen som er relatert til trafikkgrunnlaget

Dokumenter som er benyttet under analysen og referansepersoner er listet i henholdsvis Vedlegg V1 og Vedlegg V10.

1.1 Beskrivelse av prosjektet

Beskrivelsen og kartutsnittet er et utdrag fra Sentralt styringsdokument. T-forbindelsen omfatter etablering av nytt øst-vest vegsamband på 10,8 km mellom E39 i Tysvær, Fosen på Karmøy og Rv. 47 v/Håvik på Karmøy, samt nord-sør vegsamband på 9,1 km mellom E134 på Raglamyr i Haugesund og Fosen på Karmøy. Undersjøisk tunnel under Karmsundet og Førdesfjorden, inkludert arm til Fosen, utgjør totalt 8,9 km.

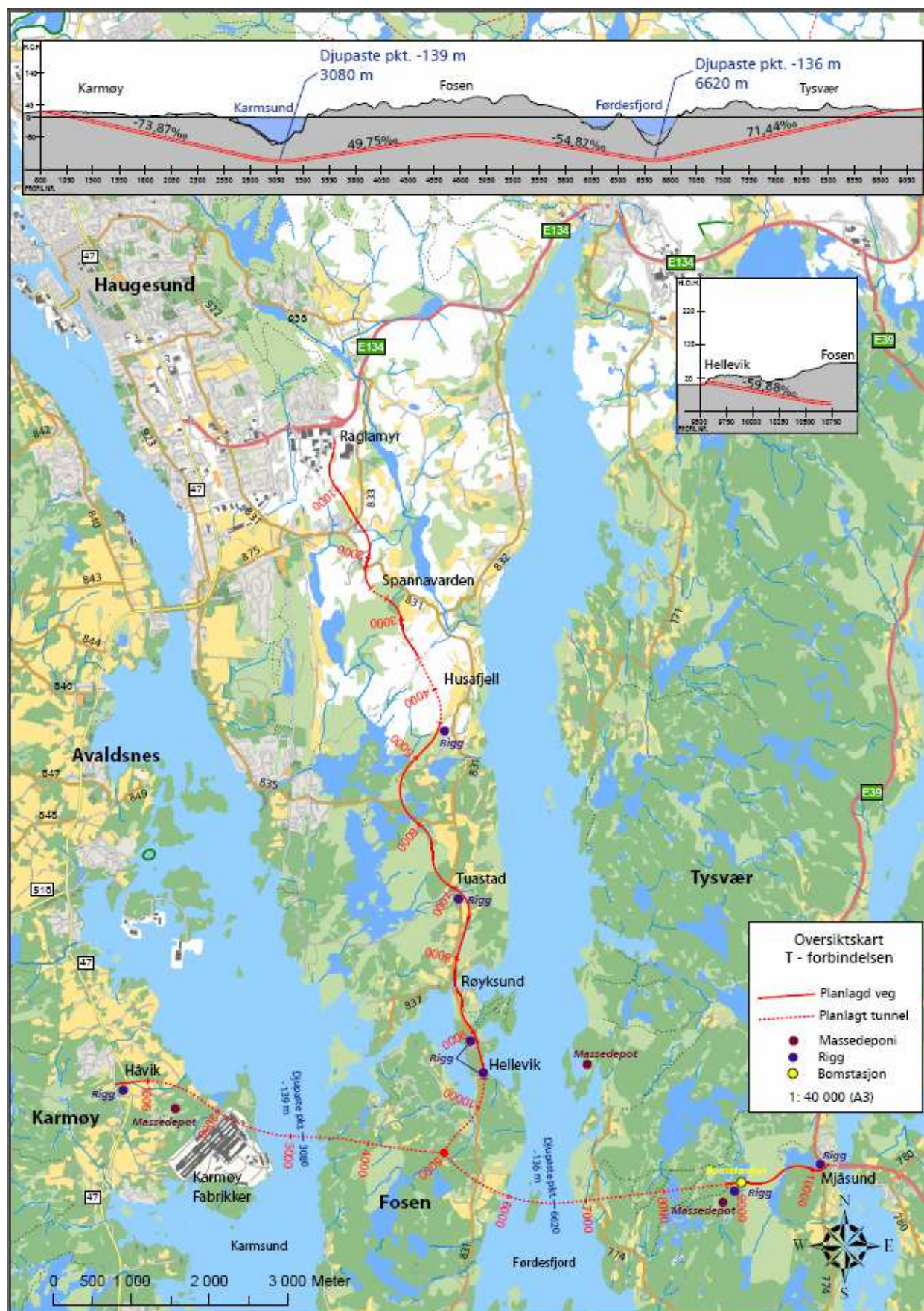
Tunnelen under Karmsundet er 3977 m lang og har en maksimal dybde på 139 m. Tunnelen under Førdesfjorden er 3764 m lang og har maksimal dybde på 136 m. Rundkjøring i fjell på Fosen ligger på kote -60 m. Tunnelarm fra rundkjøring til Hellevik på Fosen er 1164 m. Tunnelprofil for alle undersjøiske tunneler er T11,5 m. De to landtunnelene, Husafjell og Spannavarden er henholdsvis 687 m og 260 m lange. Tunnelprofil er T9,5 m.

T-forbindelsen har som formål å

- gi Karmøy kommune en bedre tilknytning til E39
- avlaste Rv. 47 på nordre del av Karmøy
- redusere kjøreavstander og transportkostnader
- forbedre tilgangen til Haugesund lufthavn, Karmøy
- forsterke industriaksen Håvik-Kårstø
- forbedre kollektivsystemet mellom Nord- og Sør Rogaland

Prosjektets eget forslag til styringsramme (p50) er MNOK 1212 og kostnadsramme (P85) er MNOK 1306 (2007-kroner).

Prosjektet er planlagt ferdigstilt i 4. kvartal 2011.



Figur 1-1 Oversiktskart T-forbindelsen

1.2 Om analysen

Grunnlaget for kvalitetssikringen er en gjennomgang av prosjektets dokumenter kombinert med gruppesamtaler og intervjuer med prosjektgruppen. I tillegg til kompetansen og erfaringen som finnes innen KSG er det innhentet støtte fra NGI. NGI har vurdert og gitt tilrådninger vedrørende geologiske rapporter og anslag for C-elementer (tunnelementer). En møteoversikt er vedlagt i V2. Metode er nærmere beskrevet i Vedlegg V4.

I tillegg til en standard KS2 omfatter denne analysen også

- vurdering av trafikkgrunnlaget
- vurdering av de elementer i finansieringsplanen som er relatert til trafikkgrunnlaget

Våre tilrådninger/anbefalinger er angitt med T1, T2 osv.

Anbefalinger om rammer er rundet av til nærmeste MNOK 10 for å reflektere analysens detaljeringsnivå.

2 Prosjektets grunnleggende forutsetninger/Sentralt styringsdokument

Prosjektet er opprinnelig et av prosjektene i Haugalandpakken og har flere grensesnitt mot øvrige deler av Haugalandpakken. De øvrige prosjektene er planlagt gjennomført etter Rv. 47 T-forbindelsen. Prosjektet vil utføre noen tiltak som tilhører andre deler av Haugalandpakken og for berørte kommuner, men dette finansieres utenfor prosjektet. Prosjektet kan gjennomføres uten kritiske avhengigheter til andre prosjekter.

Sentralt styringsdokument datert 30. april 2007 er grunnlaget for KSGs kommentarer som ble fremsendt 21. mai 2007. Kommentarene er gjengitt i Vedlegg V3. Dokumentet er godt i henhold til intensjonen, men har enkelte mangler i forhold til "Krav til innholdet i det sentrale styringsdokument" (Finansdepartementet, 24. mars 2003).

Kommentarene i Vedlegg V3 opprettholdes, i tillegg ønsker KSG å kommentere følgende forhold:

Fravik vedrørende stigningsgrad i forhold til Håndbok 021

Stigningsgrad for undersjøisk tunnel i prosjektet er planlagt i overkant av 7 %. Håndbok 021 Vegtunneler fra 2002 angir tillatt stigningsgrad for tunneler på 7 %, med mulig økning til 8 % dersom det anlegges forbikjøringsfelt. Dersom versjonen fra 2002 er den gjeldende, vil ikke en stigning på i overkant av 7 % være et fravik, da det skal anlegges forbikjøringsfelt i tunnelene. I ny foreløpig versjon av Håndbok 021 (2006) er det ikke gitt åpning for en slik økning.

Detaljeringsgrad i geologisk rapport

Kvaliteten av geologisk rapport er avgjørende for at prosjektet skal få en tilfredsstillende gjennomføring innenfor fastlagte økonomiske rammer. Vi kan ikke se at foreliggende geologisk rapport er et godt nok grunnlag for entreprenøren for egne vurderinger og tolkning av geologiske forhold.

KSG tilråder i T5 at:

Den foreliggende geologiske rapporten må omarbeides og suppleres, slik at den tilfredsstillter kravene i Håndbok 021 Vegtunneler (Statens vegvesen, 2006).

3 Kontraktstrategi

Dette kapitlet inneholder en vurdering av prosjektets gjennomføringsstrategi, kompensasjonsformat og incentiver, strategi for ansvars- og risikofordeling samt sikringsmekanismer. Prosjektets strategier er beskrevet i kapittel 3 i Sentralt styringsdokument.

3.1 Gjennomføringsstrategi

Valg av gjennomføringsstrategi er gjort for å begrense antall tekniske og organisatoriske grensesnitt. Prosjektet har derfor valgt å gjennomføre prosjektet med to store hovedentrepriser supplert med noen mindre kontrakter. I tillegg vil det bli etablert en teknisk entreprise for den undersjøiske tunnelen. Entreprisepopdelingen vil gi en forenklet administrativ oppfølging av prosjektet. Grensesnittet mellom hovedentreprisene er lagt med tanke på optimal bruk og håndtering av overskuddsmasser. Tunneldrivingen genererer stort masseoverskudd og prosjektet arbeider aktivt for å finne mottak som kan dekke kostnadene til transport. Entreprisen som omfatter undersjøisk tunnel er omfattende og det bør arbeides aktivt mot markedet for å skape interesse hos de større entreprenørene.

KSGs oppfatning er at kontraktsoppdelingen er hensiktsmessig både i forhold til tekniske og gjennomføringsmessige grensesnitt.

- T1. Prosjektet bør utarbeide en alternativ kontraktsoppdeling dersom markedet ikke er som forventet ved utlysningstidspunktet.
- T2. Plan for eventuell gjennomføring av forenklinger og reduksjoner bør beskrives med milepæler for når beslutningen om gjennomføring av de enkelte elementene i kuttlisten må foretas.
- T3. Alternative tekniske løsninger bør prosjekteres og innarbeides som opsjoner for å kunne realiseres dersom dette blir nødvendig.

Kontraheringsform

Kontrahering vil bli gjort i henhold til Lov om offentlige anskaffelser av 16. juli 1999, med tilhørende forskrift oppdatert 07. juli 2006, samt retningslinjer gitt i Håndbok 066 kapittel F "Vurdering av tilbyders kvalifikasjoner". Prosjektet har valgt å gjennomføre en åpen anbudskonkurranse uten prekvalifisering eller forhandling for hovedentreprisene. Kontraktstildeling vil bli basert på laveste tilbud fra de entreprenører som tilfredsstiller kvalifiseringskravene.

- T4. Andre kriterier enn pris bør også legges inn som tildelingskriterium for alle kontrakter for å sikre at det velges entreprenører med rett kapasitet, hensiktsmessig organisasjon og oppgaveforståelse som samsvarer med gjennomføringsstrategien til SVV.

Spesifikasjonsgrad i anbud

Alle ytelser er i utgangspunktet spesifisert i anbudene som følge av den valgte entrepriseform (enhetspriskontrakt). Denne entrepriseform er organisasjonen godt kjent med og trygg på å håndtere.

Vi kan ikke se at foreliggende geologisk rapport er et godt nok grunnlag for entreprenøren for egne vurderinger og tolkning av geologiske forhold.

- T5. Den foreliggende geologiske rapporten må omarbeides og suppleres, slik at den tilfredsstiller kravene i Håndbok 021 Vegtunneler (Statens vegvesen, 2006).

Entreprisestruktur

Den undersjøiske tunnelen prosjekteres av ressursavdelingen i Region Vest. Veidelen prosjekteres av Opticonsult. Reinertsen Engineering har prosjekteringsansvar for noen mindre konstruksjoner.

SVV har valgt å gjennomføre prosjektet med to store hovedentrepriser. Hovedentreprise K1 omfatter vei og undersjøisk tunnel fra Håvik på Karmøy til Mjåsund i Tysvær, samt tunnelarm fra rundkjøring

til fjell i Hellevik og vei i dagen fra Hellevik til Tuastad. Hovedentreprise K2 omfatter vei i dagen fra Tuastad til Raglamyr/E134 i Haugesund med to landtunneler og en bro. Entreprise K3 omfatter elektroarbeid, styringssystemer, sikkerhetsanlegg og ventilasjonsanlegg i undersjøisk tunnel fra Håvik til Mjåsund og tunnelarm til Hellevik. Entreprise K4 omfatter fasadeisolering av hus på Karmøy, Tysvær og Haugesund. Prosjektet vurderer i tillegg å utlyse en egen entreprise K5 for kontorrigg som også kan brukes i forbindelse med utbygging av Haugalandpakken.

Entreprisestrukturen gir få tekniske og fremdriftsmessige grensesnitt og forenkler den organisatoriske oppfølgingen av prosjektet i gjennomføringsfasen. Dette er i samsvar med gjennomføringsstrategien. Kostnadsstrukturen som er vist i styringsdokumentet vil bli omstrukturert og tilpasset kontraktsstrukturen i byggefasen.

3.2 Kompensasjonsformat og incitamenter

Prosjektet er planlagt gjennomført ved bruk av enhetspriskontrakter med regulerbare mengder. Valget er gjort med bakgrunn i at SVV tradisjonelt har god erfaring og kompetanse i sin organisasjon til å styre denne type kontrakter og at SVV mener de er bedre i stand til å håndtere risikoene i prosjektet enn det entreprenørene er.

NS 3430 "Alminnelige kontraktsbestemmelser om utførelse av byggearbeider" vil bli lagt til grunn for kontraktsarbeidene i gjennomføringsfasen. Bestemmelsene er supplert med krav fra Staten og egne administrative bestemmelser i SVV. For prosjekteringskontraktene er NS 8401 og NS 8402 benyttet.

I standardkontraktene med entreprenørene er det lagt inn incitamenter i forhold til kostnadsbesparende tiltak. Prosjektet bør arbeide målrettet med HMS-tiltak og stimulere til sikre arbeidsprosesser i byggefasen. Det bør være en målsetting å oppnå en skadefrekvens like bra eller bedre enn gjennomsnittet i regionen.

KSG støtter avgjørelsen om å bruke NS 3430 inntil ny standard er implementert i styringssystemet til SVV og i håndbok 066.

- T6. For å oppnå HMS målsetningene bør prosjektet vurdere å innføre incitamentsordninger som både har betydning i gjennomførings- og driftsfasen.

3.3 Strategi for ansvars- og risikofordeling

Byggherren har påtatt seg ansvaret for prosjekteringsunderlaget og gjennom dette det meste av risikoen. Det er derfor viktig at byggherren har god kontroll med tilbudsdokumentene før de sendes ut. Dette for å forhindre feil og mangler som kan gi entreprenøren grunnlag for krav som kan medføre negative konsekvenser for prosjektets økonomi og fremdrift. En viktig del av dette arbeidet er mengdekontroll. I kontraktsbestemmelsene er det inntatt regler for hvorledes eventuelle fristforlengelser vil bli gitt ved endrede mengder i forbindelse med sikringsarbeidet (ekvivalentregnskap).

- T7. Byggeledere og kontrollingeniører bør engasjeres så tidlig som mulig for å kvalitetssikre tilbudsdokumentene før disse sendes ut og påse at strategiene ivaretas i forespørselen.

3.4 Sikringsmekanismer og forhold til regelverket

NS 3430, med tilleggsbestemmelsene fra SVV, beskriver partenes ansvar og forpliktelse i partsforholdet både med hensyn til forsikring av kontraktsarbeidet og hvorledes kontraktsarbeidet godtgjøres. SVV stiller ikke sikkerhet for sine kontraktsforpliktelser. Prosjektet har foreløpig ikke utarbeidet milepælsplaner med delfrister og sluttfrister for prosjektet.

- T8. Prosjektet bør innarbeide milepælsplan med dagmulktbelagte delfrister og sluttfrister i entreprisekontraktene.

4 Suksessfaktorer og fallgruver

Dette kapitlet gir en vurdering av de viktigste suksessfaktorene og fallgruvene i prosjektet. Suksessfaktorer er forhold som prosjektet må lykkes med for å nå sine definerte mål, og fallgruver er forhold som på en negativ måte påvirker prosjektets måloppnåelse.

Suksessfaktorer og fallgruver identifisert av prosjektet

I kapittel 2.3 i Sentralt Styringsdokument har prosjektet identifisert en rekke suksessfaktorer knyttet til resultatmålene. De listede suksessfaktorene er en blanding av suksessfaktorer og usikkerhetsfaktorer. Flere av suksesskriteriene listet i kapittel 2.2 kan også anses som kritiske suksessfaktorer. KSG anbefaler derfor at enkelte av suksesskriteriene skrives om. Noen elementer i listen kan med fordel slås sammen for å forenkle oppfølging.

KSG anser de fleste faktorene som relevante, men ikke like kritiske for prosjektets måloppnåelse.

Suksessfaktorer og fallgruver identifisert av KSG

KSG har vurdert helheten av prosjektets mål og kritiske suksessfaktorer og beskrevet de etter vår mening viktigste overordnede suksessfaktorene. For hver suksessfaktor er det beskrevet fallgruver. Suksessfaktorene (S) og fallgruvene (FG) er ikke beskrevet i prioritert rekkefølge.

- (S) Overskuddsmasser fra prosjektet disponeres på en gunstig måte for både prosjektet og samfunnet.**
 - (FG) Formaliteter/manglende tillatelser blir ikke sjekket grundig nok før avtale blir skrevet og medfører forsinkelser og/eller økte kostnader.
- (S) Prosjektet må lykkes med HMS-arbeidet og skape en positiv holdning til HMS både internt og hos entreprenørene.**
 - (FG) HMS planen er ikke god nok til å forebygge alvorlige hendelser.
 - (FG) Hovedentreprenører har ikke samme eierskap til HMS arbeidet som SVV og utfører ikke HMS arbeidet tilfredsstillende.
 - (FG) Media håndteres ikke bra nok og hendelser eskaleres unødvendig.
- (S) Prosjektet må skape en kompetent organisasjon med nødvendige ressurser som samarbeider mot felles mål med klare grensesnitt.**
 - (FG) Prosjektet klarer ikke å knytte til seg eller utvikle nok kompetente ressurser.
 - (FG) Prosjektet får ikke tak i tilstrekkelig geologikompetanse og får ikke startet opp prosjektet til rett tid.
 - (FG) Fellesressursene i Ressursavdelingen har ikke kapasitet til å bistå de enkelte delene av prosjektet til rett tid.
 - (FG) Innleide ressurser får ikke tilstrekkelig eierskap til prosjektet og dets mål.
 - (FG) Prosjektet er ikke i tilstrekkelig grad i stand til å ivareta viktige styringsfunksjoner i forhold til usikkerhetsstyring, ressursstyring og oppfølging av entreprenører.
 - (FG) Ansvar og roller blir ikke tilstrekkelig avklart.
- (S) Kuttlisten gir reell mulighet for styring av prosjektøkonomi** ved at kuttmulighetene lar seg realisere eller at det er lagt inn opsjoner for endring i kontraktene med entreprenører.

- (FG) Prosjektet er lagt opp tidsmessig slik at elementer i kuttlisten er låst når det blir klart at andre deler av prosjektet får en overskridelse.
- (FG) Kontrakten med entreprenører inneholder ikke opsjoner som muliggjør endringer i kontraktsomfang eller tidsmessige forskyvninger av oppstarttidspunkt.
- (FG) Prosjektet finner ikke hensiktsmessige reduksjoner og forenklinger og mister mulighet for å korrigere prosjektøkonomi.
- (S) **Kontraktene inneholder incitamenter som fremmer samarbeid** mellom entreprenør og byggherre.
 - (FG) Tilbud og kontrakter er ikke tilstrekkelig spesifikke og gjennomarbeidet for å gi en effektiv kontraktsoppfølging og redusere risiko for uoverensstemmelser mellom entreprenører og byggherre.
 - (FG) Forventninger, forutsetninger og samarbeidsform avklares ikke i forkant av kontraktsinngåelse.
- (S) **Prosjektets kontraktsstrategi tiltrekker de rette tilbyderne** med kapasitet og kompetanse til å gjennomføre store entrepriser.
 - (FG) Store entreprenører ser ikke kontraktene som så strategisk interessante at de vil prioritere prosjektet.
 - (FG) Prosjektet profileres ikke godt/bredt nok.
- (S) **Prosjektet har en åpen og proaktiv kommunikasjon med alle interessenter** for å bygge tillit og oppslutning om prosjektet, både politisk, blant pressgrupper og i lokalsamfunnet.
 - (FG) Kommunale beslutningstakere går i mot nødvendige endringer i godkjente reguleringsplaner som følge av realisering av kuttlisten.
 - (FG) Prosjektet utarbeider ikke en god nok informasjonsplan, noe som kan medføre unødvendig støy rundt prosjektet i kritiske situasjoner.
 - (FG) Kommunikasjonstiltak og mediehåndtering er ikke tilstrekkelig for å skape tillit til prosjektet og dets gjennomføring.
- (S) **Prosjektet har en aktiv holdning til prosjektets kvalitetsplan** og videreutvikler denne i gjennomføringsfasen for å sikre god kontroll og dokumentasjon
 - (FG) Prosjektet gjennomføres uten god nok dokumentasjon av beslutninger.
- (S) **Forespørselsdokumenter inneholder tilstrekkelig informasjon** fra geologiske forundersøkelser.
 - (FG) Entreprenører legger inn større usikkerhet på bakgrunn av mangelfull informasjon fra geologiske rapporter.

5 Vurdering av trafikkgrunnlag

I beregningen av trafikkgrunnlaget for T-forbindelsen har Statens Vegvesen benyttet en regional transportmodell (RTM). Modellen inkluderer imidlertid ikke tunge biler og håndverksbiler og er i tillegg kalibrert med utgangspunkt i trafikk tall for 2001. Disse manglene er søkt kompensert med sjablon tillegg for yrkesbilene (+20 %) og framskriving til 2010-tall med 2.5 % årlig vekst, samt et ad hoc tillegg på 10 %, som skal korrigere for manglende kalibrering. Med dette utgangspunktet beregner RTM et basisvolum for trafikk forbi den planlagte bomstasjonen på T-forbindelsen på 4 650 enheter årsdøgntrafikk (ÅDT). Tallet forutsetter 10 kroner i bompenger i Haugalandpakken, men ingen bompenger på T-forbindelsen.

Når bompenger på 20 kroner introduseres i T-forbindelsen, beregner RTM trafikken forbi bomstasjonen til 2600 ÅDT. Dette er hele 44 % lavere enn i tilfellet uten bompenger. Vegvesenet synes at dette er en urimelig stor reduksjon og har derfor i sine videre beregninger av bomstasjonens inntekspotensial lagt til grunn at reduksjonen kun er på 20 %, hvilket svarer til 3 700 ÅDT. I relasjon til finansieringsplanen representerer denne antagelsen en oppskrivning av bompengegrundlaget på ca. 42 %, som målt i 2007-kroner utgjør en økning fra 131 til 186 millioner kroner.

Hovedproblemet med Vegvesenets fremgangsmåte er at man uforbeholdent legger til grunn modellberegnete basistall, men samtidig overprøver den samme modellens estimat for avvisning ved bompenger. I modellen inngår bompengene som en helt ordinær del av de kostnadene som er med og regulerer trafikkmengder og rutevalg. Hvis den høye avvisningen ved bompenger skyldes feil eller svakheter i modellen, vil følgelig samme innvending gjelde symmetrisk i forhold til basisberegningen og vi må forvente at de estimerte trafikk tallene for en situasjon uten bompenger er tilsvarende sterkt overdrevne.

Nærmere gjennomgang av modellresultatene indikerer for øvrig at den overraskende høye avvisningsprosenten ved planlagt bomstasjon for en stor del skyldes overføring av trafikk til relativt likeverdige alternative kjøreruter. Samtidig er resultatene beheftet med betydelig usikkerhet siden modellen er basert i 2001-tall, men det er ingen klare indikasjoner på i hvilken retning dette trekker. Følgelig kan vi ikke se at Vegvesenet har faglig dekning for sin overprøving av det modellberegnete trafikkgrunnlaget for bompengeneinnkreving. Vi mener derfor at RTM-beregningen på 2600 ÅDT bør legges til grunn som beste estimat for bompengegrundlaget. I tillegg kan her anføres at grunnlaget for vegvesenets ad hoc påplussing av modell tallene med 10 prosent er dårlig dokumentert. Dette medfører imidlertid at modellen overvurderer basistrafikken over Karmsundbrua med hele 26 % sammenholdt med registrerte trafikk tall for 2004. Denne trafikken er særlig kritisk for vurderingen av trafikkgrunnlaget for T-forbindelsen og i særdeleshet for den planlagte bomstasjonen på østre gren. Isolert sett innebærer dette at RTM-beregningene snarere vil overvurdere enn undervurdere trafikkgrunnlaget for bomstasjonen.

Utdypende vurderinger er gitt i Vedlegg V4.

6 Usikkerhetsanalyse

KSG har utført en usikkerhetsanalyse av prosjektkostnaden. Analysen er basert på dokumentgjennomgang, en gjennomgang av prosjektets opprinnelige anslag med prosjektorganisasjonen, sammenlikning med referansetall, idémyldringer i arbeidsgrupper for identifikasjon av nye usikkerheter og møter med enkeltpersoner og grupper fra prosjektorganisasjonen. Praktisk gjennomføring av analysen er ytterligere beskrevet i Vedlegg V5.

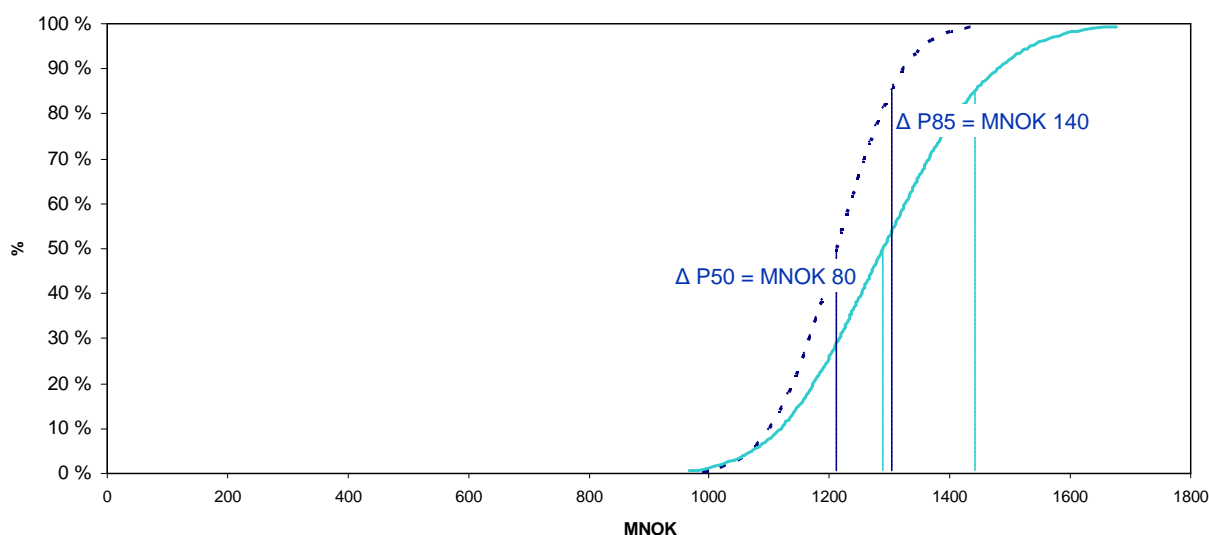
6.1 Analyseresultater

Tabell 6-1 viser forventet prosjektkostnad som inkluderer grunnkalkylen og forventede effekter av usikkerhetselementene, hendelser og estimatusikkerhet. KSG har funnet at prosjektet med 50 % sannsynlighet ikke vil overskride MNOK 1290 (P50). Det er 85 % sannsynlighet for at prosjektet ikke overskrider MNOK 1440 (P85).

Tabell 6-1: Nøkkeltall fra analysen, sammenlikning mellom SVVs og KSGs resultater (rundet av til nærmeste MNOK 10).

	Forventningsverdi (E)	P50- fraktil	P85-fraktil	Relativt standardavvik (σ/E)
KSG	1 290	1290	1440	11 %
SVV	1 210	1210	1300	7 %

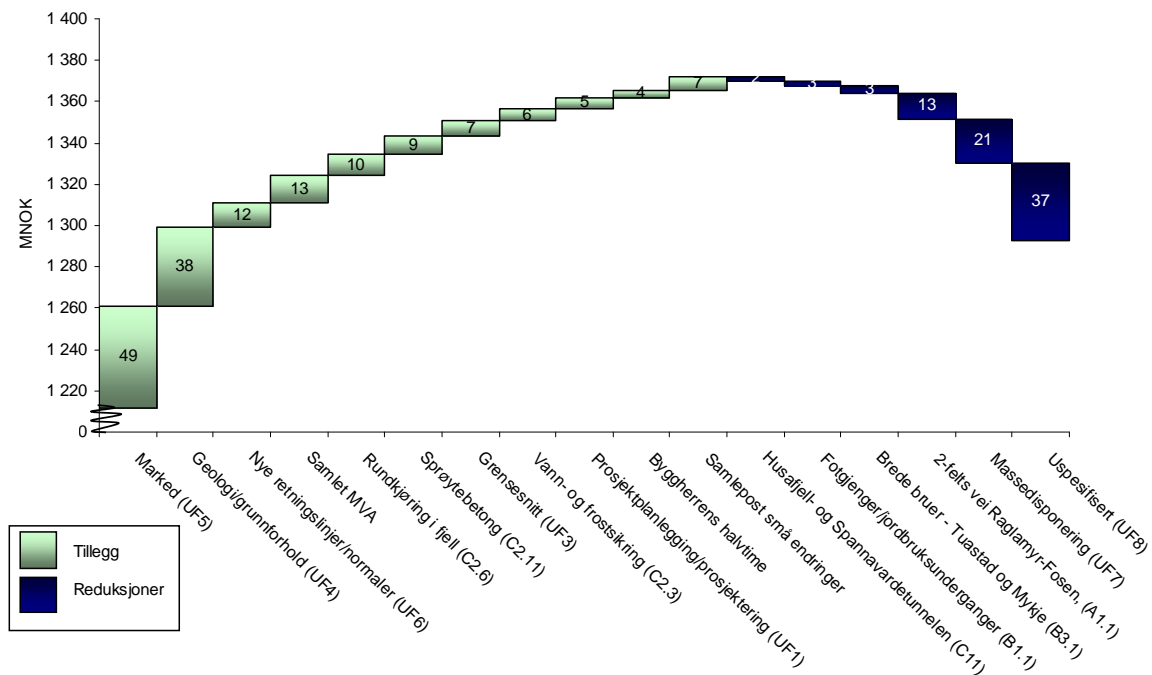
Figur 6-1 nedenfor viser akkumulert sannsynlighetskurve (S-kurve) for analyseresultatet sammenliknet med prosjektets opprinnelige anslag. Stiplet kurve er SVVs opprinnelige anslag, og heltrukket kurve er resultatfordelingen etter KSGs analyse.



Figur 6-1 – Kumulativ sannsynlighetstetthetsfunksjon for prosjektets totale kostnad. Resultater fra SVVs analyse er vist i stiplet linje, og KSGs med heltrukket linje.

SVV estimerte at prosjektet med 50 % sannsynlighet ikke vil overskride MNOK 1210, noe som innebærer at KSGs resultat ligger MNOK 80 høyere enn SVVs. Tilsvarende er usikkerheten større i KSGs analyse, representert ved et relativt standardavvik på 11 % mot SVVs på 7 %.

Figur 6-2 nedenfor viser hvilke poster som har bidratt til de største endringene i analysens forventningsverdi. Skalaen starter ved MNOK 1210 som er forventningsverdien (μ) i prosjektets opprinnelige anslag. Boksene viser hvor stor endring hver post bidrar med i total forventningsverdi i KSGs analyse: $\Delta(\mu_{KSG} - \mu_{SVV})$. For eksempel gir posten UF6 Marked en økning på MNOK 49 i resultatet fra prosjektets analyse til KSGs.



Figur 6-2: Tillegg og reduksjoner i forventningsverdi i forhold til prosjektets opprinnelige anslag.

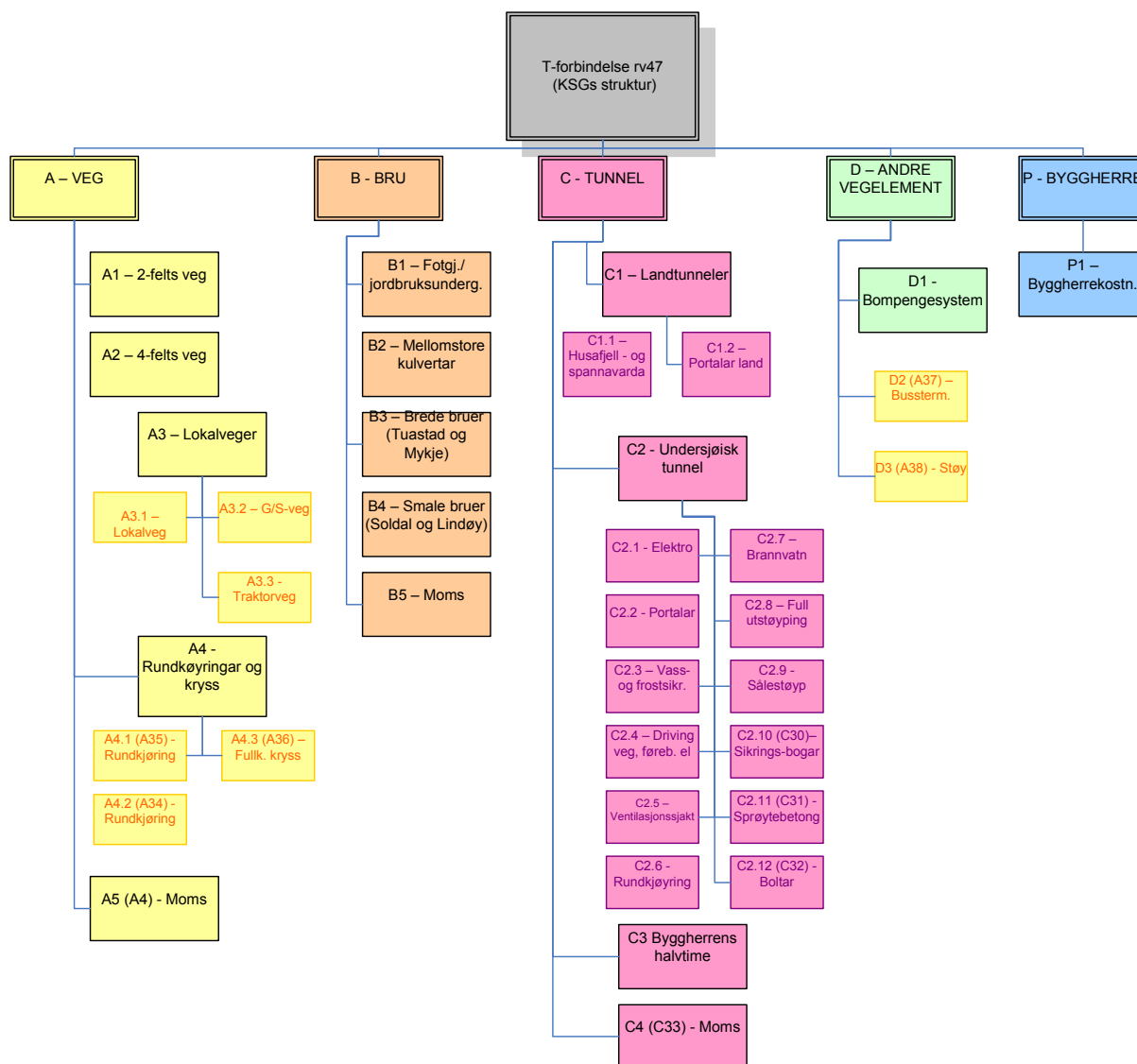
Differansene kan relateres til følgende overordnede faktorer:

- Ny informasjon som har tilkommet etter at SVVs analyse ble gjennomført.
- KSG benytter et mer fleksibelt verktøy til å modellere prosjektet, og kan legge inn flere sammenhenger enn SVV har mulighet til.
- KSG har gjort endringer i grunnkalkylen på bakgrunn av referansetall og andre vurderinger enn SVV.
- KSG oppfatter markedsusikkerheten som vesentlig større enn prosjektet.
- Med bakgrunn i NGIs rapport har KSG lagt inn vesentlig mer usikkerhet knyttet til geologiske forhold enn SVV.
- KSG har identifisert hendelser og inkludert dette i kalkylen.

Forskjeller i vurderinger fra SVV og KSG er utdypet ytterligere i dette kapitlet, samt i Vedlegg V6 og V7.

6.2 Grunnkalkyle - usikkerhet i estimater

KSG har gjort enkelte mindre endringer i Prosjektnedbrytningsstrukturen (PNS) for modellering av prosjektet. Figur 6-3 viser KSGs struktur. Enkelte A-elementer er flyttet til D, og B-elementene er omgruppert etter størrelse. Rundkjøringer og kryss er sortert i egen post (A4). KSGs PNS-koder er vist i figuren.



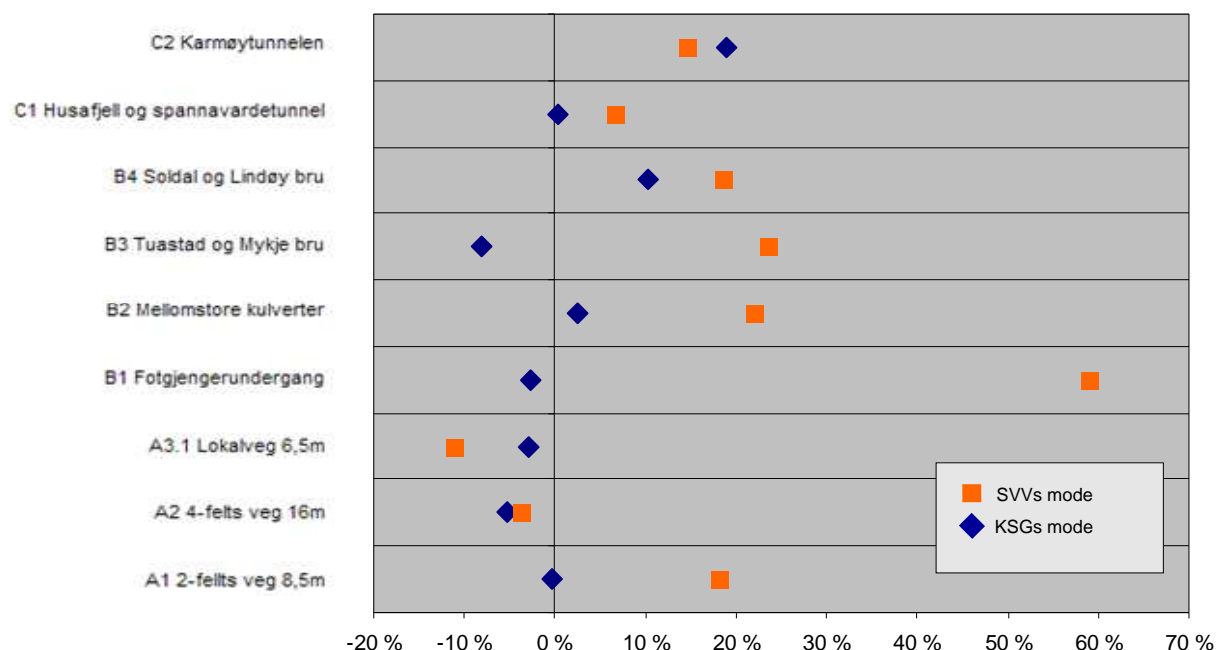
Figur 6-3 - KSGs PNS - Grupper av kostnadsposter i kalkylen

Referansesjekk

Som et ledd i usikkerhetsanalysen har KSG innhentet kostnadstall fra relevante referanseprosjekter. Referansesjekken har som hensikt i gi økt konfidens i forhold til inngangsverdiene i analysen. Metode og resultater fra referansesjekken er dokumentert i Vedlegg 7. I samme vedlegg er også markedsusikkerhet drøftet spesielt.

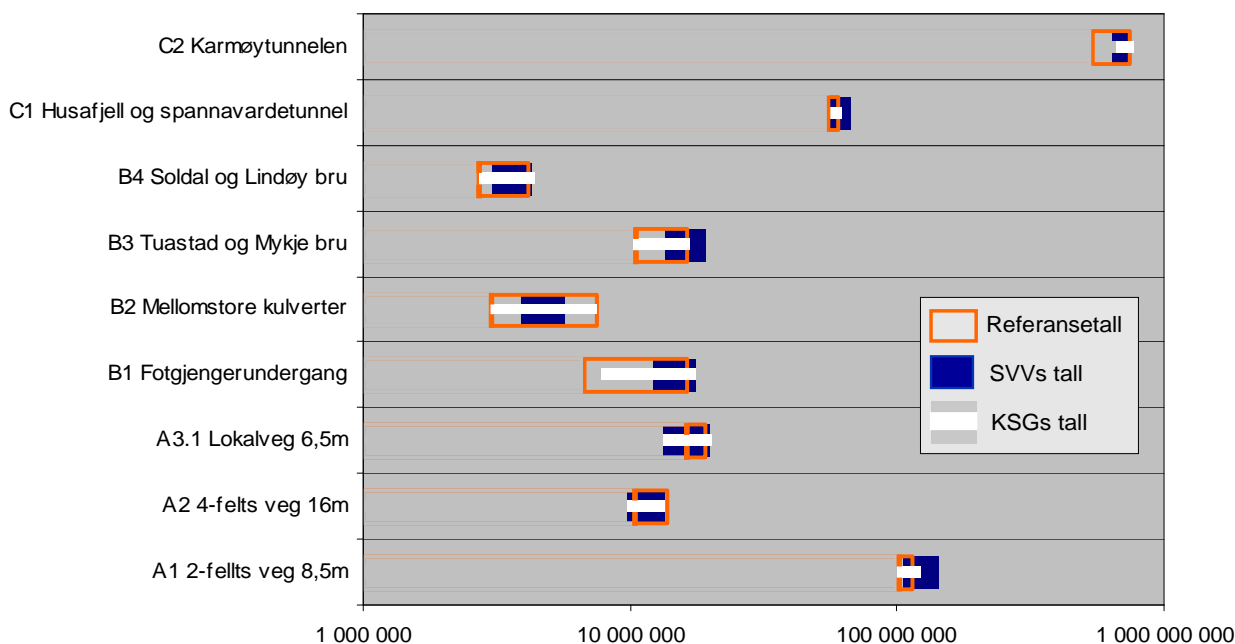
Resultatene av referansesjekken viser at SVVs anslag ligger i overkant av referansetallene for de fleste postene. Figur 6-4 på side 13 viser anslagene for de viktigste postene der KSG har sammenlignet med referansetall. De oransje firkantene viser hvordan SVVs mest sannsynlige verdi (mode) ligger i forhold til referansetallenes mest sannsynlige verdi (0 % på X-aksen). Spesielt på konstruksjoner (B-poster)

ligger SVV høyere enn referansetallene. De mørkeblå diamantene viser hvor KSG har lagt mest sannsynlig verdi.



Figur 6-4 SVVs (oransje firkanter) og KSGs (blå diamanter) mest sannsynlige verdi (mode) i forhold til referansetallenes mest sannsynlige verdi som er markert med vertikal linje.

Videre ser man av referansetallene at prisene per element kan variere mye. Figur 6-5 viser dette for hver enkelt post i referansegrunnlaget. En generell trend er at usikkerheten i referansetallene er større enn i SVVs anslag.



Figur 6-5 Usikkerhet i tallene: Spenn fra P10 til P90 i referansetall (oransje ramme), SVVs tall (blå stolpe) og KSGs tall (hvit stolpe) (Logaritmisk skala).

Det fremgår av Figur 6-5 at variasjonen mellom SVVs og KSGs tall generelt sett ikke er stor, men at KSG har økt usikkerheten noe i forhold til SVVs tall på de utvalgte kostnadselementene.

Tabell 6-2: Differanser mellom hovedgruppenes forventingsverdier i grunnkalkyleestimer fra SVV og KSG (MNOK).

Hovedgruppe i kalkylen	SVV	KSG	Endring	Kommentar
A Veg	183,3	171,3	-12,0	
A1 2-felts veg	122,9	110,2	-12,7	På bakgrunn av referanse- og erfaringstall ble enhetsprisene for 2-felts veg justert ned.
A2 4-felts veg	11,5	11,5	0,0	
A3 Lokalveger	27,7	27,8	0,1	
A4 Rundkjøring-er og kryss	12,3	12,4	0,1	
MVA	8,7	9,5	0,8	
B Konstruksjoner	43,4	37,6	-5,8	
B1 Fotgjenger/jordbruksunderganger	14,8	12,2	-2,6	Relevante prosjekter viser at tilsvarende elementer på vestlandet ikke er dyrere enn vanlig. Prosjektet har uttalt i møte at de ligger noe høyt.
B2 Kulvert bil	4,8	5,1	0,3	
B3 Brede bru	16,2	13,3	-2,9	Enhetsprisen på bru endrer seg mer som følge av bredde enn lengde, derfor valgte KSG å dele opp postene B3 Tuastad bru og B4 Mykje, Soldal og Lindøy bru i postene B3 Brede bru og B4 Smale bru. På bakgrunn av referanse- og erfaringstall ble enhetsprisene for brede bru justert ned.
B4 Smale bru	3,5	3,5	0,0	
MVA	3,9	3,7	-0,3	
C Tunnel	794,9	833,0	38,1	
C1 Landtunneler	61,2	59,3	-1,9	På bakgrunn av referansetall er enhetsprisene justert noe ned.
C2 Undersjøisk tunnel	681,9	709,8	27,9	C23 V/F-sikring er økt med MNOK 6 fordi det er tatt høyde for 90 % V/F-sikring C26 Rundkjøring er økt etter beregning av volum, mengder, sikring osv. C28 Full utstøping; Spennet er økt på bakgrunn av uttalelse fra NGL. Det er usikker mengde dårlig fjell. C31 Sprøytebetong er økt. I sone for full utstøping legger KSG til grunn et forbruk på 3 m ³ per løpemeter.
C3 Byggherrens halvtime	0	3,7	3,7	Nye krav til byggherrens inspeksjon etter hver salve. Det forventes et tillegg på enhetspriser som følge av dette.
MVA	52,0	63,9	11,9	
D Andre element	17,6	19,7	2,1	
D1 Bompengerevningssystem	4,5	4,3	-0,2	
D2 Kollektivterminal	4,4	4,5	0,1	
D3 Støyskjermer	8,1	9,9	1,8	Økt fra opprinnelig anslag. Relevant prosjekt brukte 400.000 pr hus som mest sannsynlig-estimat. Økt øvre anslag til 400.000 pr hus.
MVA	0,6	1,1	0,5	
P Byggherrekostnad	108,3	110,2	1,7	Endret etter avklaring om hvilke kostnader som inngår i posten (møte i Haugesund 6. juni 2007). Lagt til ett årsverk etter nye regler om "byggherrens halvtime".
TOTALT	1147,3	1175,9	28,2	

6.3 Usikkerhetsfaktorer

Usikkerhetsfaktorene som etter KSGs vurdering er gjeldende for prosjektet er beskrevet i detalj i Vedlegg V6. Usikkerhetsfaktorene er listet med forventet bidrag til prosjektets totale forventningsverdi i tabellen nedenfor.

Tabell 6-3 - Oversikt over usikkerhetsfaktorer

Nr	Usikkerhetsfaktor	Forventningsverdi (E) MNOK	Standardavvik (σ) MNOK
UF01	Prosjektplanlegging/prosjektering	5,0	13,0
UF02	Prosjektorganisering og styring	5,0	21,7
UF03	Grensesnitt	3,0	5,2
UF04	Geologi/grunnforhold	32,9	77,8
UF05	Marked	49,0	79,1
UF06	Nye retningslinjer/normaler	16,5	13,4
UF07	Massedisponering	-15,9	16,6
UF08	Uspesifisert	20,0	30,5
Totalt		115,5	119,8

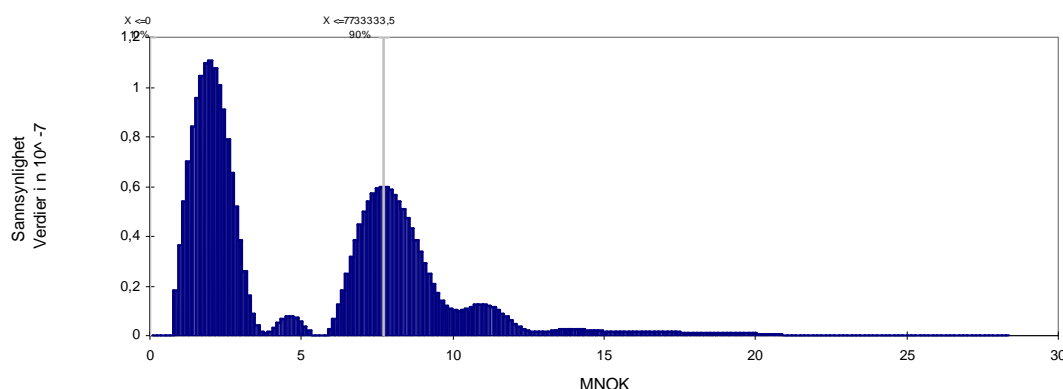
6.4 Hendelsesusikkerhet

Hendelser som kan få kostnadskonsekvens er listet i tabellen nedenfor, og inngår i usikkerhetsanalysen. Hendelsene er vurdert med hensyn på sannsynlighet for at de inntreffer og kostnadskonsekvens. Eventuelle konsekvenser for fremdrift er omregnet til en kostnadskonsekvens, som så er tatt med i kostnadsanalysen. Beskrivelser av hendelsene finnes i Vedlegg V6.

Tabell 6-4 - Oversikt over hendelser (MNOK)

Nr	Navn	Forventningsverdi (E) MNOK	Standardavvik (σ) MNOK
H1	Streik	0,17	1,21
H2	Ras i tunnel	0,70	2,10
H3	Arbeidsulykke som medfører stans i arbeidet	0,26	0,35
H4	Eksplosjon/brann i tunnel	0,35	1,53
H5	Konkurs hos entreprenør	0,04	0,43
H6	Ekstraordinære naturforhold	0,05	0,33
H7	Forurenset vann	0,08	0,39
H8	Tunnel må drives i to løp over 500m	0,21	1,49
H10	Får ikke tillatelse til lokale massedeponi i K2	0,20	0,48
H11	Prosjektet blir utsatt/forsinket oppstart	0,00	2,16
Totalt		2,06	6,52

Hendelsene kjennetegnes med at de har lav sannsynlighet til tross for at de, dersom de først inntreffer, kan ha en stor konsekvens. Den lave sannsynligheten vil gjøre at bidraget til forventningsverdien blir svært lite, men det vil gi et større utslag på standardavviket.



Figur 6-6 - Resultatfordeling for summen av alle hendelsene

Hendelsene bidrar samlet til å øke forventningsverdien (E) i prosjektet med MNOK 2,1 og P85 med MNOK 6,5. Forventningsverdien ligger relativt lavt, men figuren viser at hendelsene kan gi utfall som er langt høyere.

6.5 Gjennomgang av det opprinnelige anslaget

Historikk for prosjektets anslagsdokument

Det har vært gjennomført anslagsprosesser med jevne mellomrom gjennom prosjektets forløp. Kvalitetssikringen baserer seg på anslaget som ble gjennomført 11-12. januar 2007 og oppdatert 26-27. april 2007, med endringer som ble innført 30. april 2007. Endringene bestod i hovedsak av en videre oppsplitting av sikringselementene i C2 Undersjøisk tunnel. Gjennom endringene ble det lagt til MNOK 35 i ytterligere sikringstiltak.

T-forbindelsen er omtalt i St.prp. 72 (1999-2000) med et overslag på kostnadsramme (P85) på MNOK 760 (2000-kroner). Dette tilsvarer MNOK 960 i 2007-kroner. I oktober 2005 beregnet SVV prosjektet til å koste (P50) MNOK 1125, som tilsvarer MNOK 1180 i 2007-kroner.

Vurdering av estimeringsteknikk og verktøy

Anslagsgruppen brukte SVVs eget verktøy (Anslag) og standardprosessen (håndbok 217 "Anslagsprosessen") som grunnlag for usikkerhetsanalysen. KSG har oppsummert kommentarer til gruppens estimeringsteknikk og verktøy i Tabell 6-5.

Tabell 6-5 - Vurdering av estimeringsteknikk og - verktøy

Faktorer som påvirker estimatenes kvalitet	Vurdering	Kommentar
Gruppens bransje-kompetanse og erfaring	God	Deltakere med god erfaring fra prosjekter av varierende størrelser, men få med bred erfaring fra undersjøiske tunneler.
Gruppens estimerings-kompetanse og -erfaring	God	Variierende, flere med bred erfaring fra prisgiving. Færre med metodisk kompetanse innen beregning av statistisk usikkerhet.
Tilgang til og kvaliteten på relevant data	Middels	Få, utvalgte referanseprosjekter som deltakerne selv hadde god kjennskap til. Enkelte ferdigpriser er brukt uten justering for anbud.
Estimeringsmetodikk	Middels	Enkel og håndterlig, men noe ulik praktisering. Baseres i stor grad på skjønn og store talls lov, noe som kan resultere i en del forenklinger og antagelser underveis.
Dokumentasjon av estimering	Mangelfull	Bakgrunn for forventet verdi er relativt godt dokumentert, men ingen begrunnelser for øvre og nedre verdi. Flere steder samsvarte ikke den beskrivende teksten med det som var gjort i beregningene.
Estimeringsverktøy	Middels	Verktøyet "Anslag" er brukervennlig, men har en del forenklinger.

Anslagsgruppen har jevnt over god fagkompetanse og erfaring, men prosjektet har selv kommentert at kompetanse på undersjøisk tunnel var noe mangelfull i prosessen. Gruppens estimerings erfaring var varierende, men 3-4 personer fra gruppen har stor erfaring med prissetting. Det er færre som har metodisk kompetanse innen beregning av statistisk usikkerhet.

Tilgang til og kvaliteten på relevante data var tilfredsstillende for de fleste postene. Det ble brukt referansetall fra få, men relevante prosjekter som prosessdeltakere selv hadde kjennskap til. Flere av referanseprosjektene var fra tunneler med lavere tverrsnitt, og i enkelte tilfeller ble ferdigtall benyttet uten at disse var justert for å kunne sammenlignes med anbudspriser. Denne effekten ga unaturlig høye anslag da spesielle forhold kan ha blitt tatt med to ganger når man igjen legger på F-faktorer.

- T9. Referansetall som gjenspeiler endelige kostnad må justeres for å kunne sammenlignes med anbudspris i grunnestimatet, jfr. Kap. 5.6 i håndbok 217.

Metodikken for anslagsprosessen i håndbok 217 er noe forenklet. I tillegg er det noe ulik praksis for praktisering av prosessen, spesielt ved valg av høyeste og laveste estimat. Metodikken baseres i stor grad på skjønn og store talls lov, noe som kan resultere i en del forenklinger og feil underveis.

Dokumentasjonen av F-faktorene er relativt god og utfyllende, men for kostnadspostene er den enkelte steder feil eller ikke oppdatert. Bakgrunn for valg av øvre og nedre anslag er ikke dokumentert. Det er dermed vanskelig å avgjøre om det er skilt godt mellom usikkerheten i estimatene og i de utenpåliggende faktorene.

- T10. Teksten og forklaringen til kostnadspostene (også vurdering bak øvre og nedre anslag) bør gjennomgås og oppdateres ved neste revisjon av anslagsdokumentet

Verktøyet gir ikke mulighet til å la faktorer virke på spredte enkeltposter, de kan kun virke på enkeltposter eller på intervall av enkeltposter. Denne begrensningen har ikke medført feil i beregningene i dette prosjektet.

Binære hendelser er identifisert og kvantifisert, men inngår ikke i kalkylen på grunn av verktøyets begrensninger. I tillegg til dette kan ikke korrelasjon mellom elementene legges inn i verktøyet, noe som vil bidra til en for lav spredning i resultatet.

6.6 Pålitelighet og gyldighet av analysen

Analysen er basert på prosjektets grunnlag per juni 2007 med oppdatering av noen elementer (etter nye retningslinjer) 4. september 2007.

KSG har gjennomført analysen med beregninger etter metoden for Trinnvis kalkulasjon. I tillegg er det gjort en simulering av modellen for å kvalitetssikre og bedre visualisere analyseresultatene.

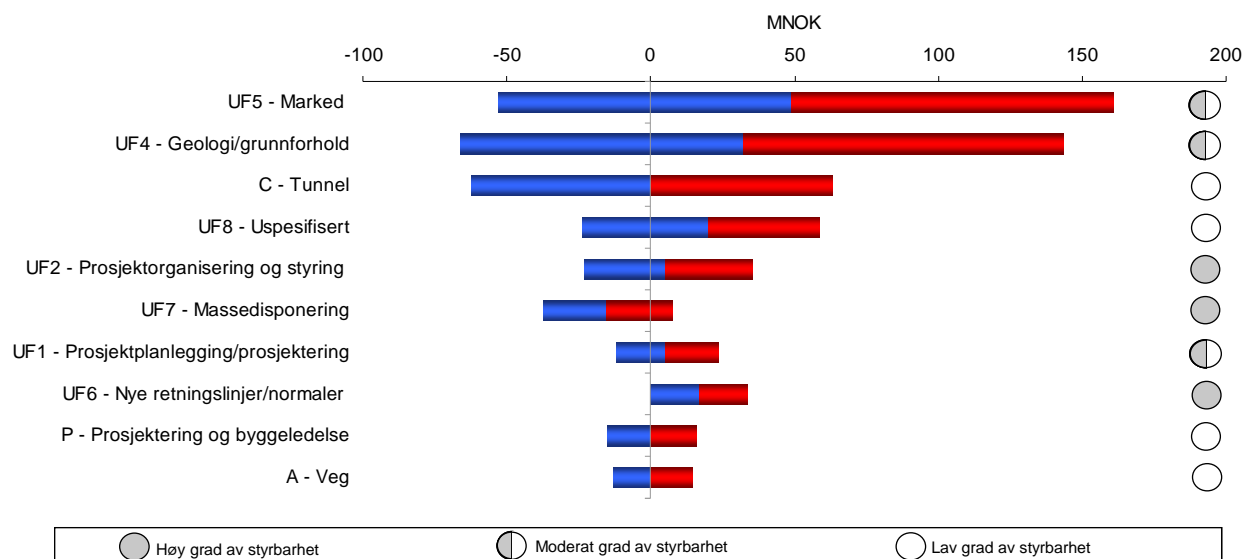
Det er gjort en referansesjekk og kontrollberegninger med fokus på de største og mest usikre postene. Dette har vært grunnlag for enkelte større endringer, spesielt i usikkerhetsspennet på enkeltposter.

KSG har brukt NGI til en gjennomgang av det geologiske grunnlaget for prosjektet, og deres konklusjoner ligger til grunn for alle kommentarer vedrørende geologi.

Det er ikke gjort en analyse av prosjektets fremdriftsplan da dette ikke var en del av mandatet.

7 Tiltak for reduksjon av usikkerhet

Tornadodiagrammet nedenfor lister postene fra analysen som bidrar med størst relativ usikkerhet. Figuren viser usikkerhetens bidrag til den totale forventningsverdien. Usikkerhetens forventningsverdi ligger ved skillet mellom blått (oppsidepotensial) og rødt (nedsidepotensial). Styrbarheten er angitt til høyre.



Figur 7-1: Tornadodiagram og styrbarhet for postene som bidrar med mest relativ usikkerhet.

KSG mener at det er moderat (begrenset) mulighet til å påvirke de største usikkerhetene (UF4 og UF5), mens det er lav grad av styrbarhet (påvirkbarhet) for usikkerhet knyttet til tunnelelementene og for UF8. Det er derfor ikke identifisert tiltak for disse.

KSG har i samråd med prosjektet identifisert tiltak for å redusere usikkerheten i de største usikkerhetsfaktorene (se tornadoplottet ovenfor samt beskrivelse av usikkerhetselementene i Vedlegg V6). Enkelte tiltak har prosjektet allerede iverksatt. Tiltakene er sortert etter usikkerhetene de er ment å redusere, og disse er rangert etter størrelsen på deres bidrag til totalusikkerheten i prosjektet. Sjekk rekkefølgen nedenfor i forhold til tornadodiagrammet

UF5 Markedsusikkerhet

- Sikre at det er tilstrekkelig informasjon fra geologiske forundersøkelser til at entreprenører ikke legger inn større usikkerhet på bakgrunn av manglende informasjon.
- Trekke frem faktorer som gjør prosjektet attraktivt i markedsføringen.
- Gjøre konkurransegrunnlaget tilgjengelig for utenlandske aktører.
- Involvere lokale entreprenører ved å oppfordre dem til å posisjonere seg som underleverandører for de større selskapene.

UF4 Geologi (tunnel) samt hendelsene H8 Tunnel i to løp og H9 Flytte trasé

- Innarbeide opsjoner i kontraktene slik at man kan velge andre løsninger dersom de foreslåtte geologiske undersøkelsene tilsier at bergkvaliteten er verre enn forventet.

Grunnlagsdokumentene tilsier at følgende suppleringer og ytterligere undersøkelser må utføres (se vedlagt rapport fra NGI, Vedlegg V8):

- Innarbeiding av ingeniørgeologisk grunnlagsmateriale fra tidligere rapporter i endelig geologisk rapport som bør tilfredsstille kravene i Handbok 021.
- Supplerende ingeniørgeologisk kartlegging, spesielt for entrepriser 2.

- Kjerneboringer foran stoff under driving anses som tilstrekkelig for en sikker gjennomføring av tunneldrivingen.
- Undersøkelser i forbindelse med passering under Litlavatnet.
- Ingeniørgeologiske/bergmekaniske forundersøkelser og vurderinger i forbindelse med rundkjøring i fjell.
- Seismikk over kritisk område sør for Hellevik, nordgående arm fra rundkjøring.

UF2 Prosjektorganisering og -styring

- Skape et attraktivt arbeidsmiljø og bruke dette som salgspunkter.
- Utarbeide en tiltaksplan for hvorledes prosjektet kan gjøre tilgjengelig tilstrekkelig ressurser før prosjektet igangsettes.
- Legge til rette for karriereplan gjennom flere prosjekter i samme område (Haugalandpakken).

UF7 Massedisponering

- Etablere formelle avtaler om permanente og/eller midlertidige massedeponier med potensielle mottakere/kjøpere.

UF1 Prosjektplanlegging/prosjektering

- Lage en klar strategi for kommunikasjon og grensesnitt mot entreprenørene.
- Håndheve endringsregimet i kontrakten strengt.

UF6 Nye retningslinjer /normaler

- Avklare eventuelle fravik fra nye retningslinjer eller innarbeide disse i prosjektet.

Det henvises for øvrig til samlet oversikt over tilrådninger i kapittel 11.

8 Reduksjoner og forenklinger

I rammeavtalens punkt 6.10 defineres reduksjoner og forenklinger som "... tiltak som isolert sett ikke er ønskelige, og som det i utgangspunktet ikke tas sikte på å realisere, men som om nødvendig kan gjennomføres. Det kan være tiltak som har negative konsekvenser for innhold og/eller fremdrift, men som ikke på avgjørende måte truer den grunnleggende funksjonalitet som er forutsatt."

Mulige reduksjoner for å kontrollere total kostnad underveis

Reduksjoner og forenklinger identifiseres i første rekke for å sikre at prosjektleder har hensiktsmessige virkemidler for å redusere prosjektets total kostnad i fall det blir overforbruk på enkelte kostnadselementer. Det må derfor være mulig å ta i bruk virkemidlene underveis i – og på slutten av – prosjektet.

Tabell 8-1: Reduksjoner og forenklinger i prosjektet

Kuttelement	Beskrivelse	Konsekvens	Tidspunkt	Besparelse (MNOK)
4-feltsveg	Endre fra 4-felt til 2-felts veg	Dersom Haugalandpakken bygger annen tilkomstvei til Raglamyr kan man redusere til 2-felts vei. Evt. kostnadsdeling med Haugalandpakken	Forespørsel K2 planlegges ut september 2008. Reduksjon ivaretas som opsjon i kontrakten.	4,2
Kutte lengden på vegen	Kutte hele K2	Prosjektet vil miste mye av sin hensikt ved å ikke bygge ut vegen i nord. Vegnettet i dag er bygd for ÅDT på ca 500, etter tunnelen regnes det med 2-3000 i økning. Anbefales ikke.	Før kontraktsinngåelse K2.	225,0
Belysning	Kutte/forenkle belysningen. Det er planlagt med ca 4,5 km lys, kan kanskje kutte ca 2 km.	Trafikksikkerhet reduseres noe, men det er ikke krav om belysning hele veien grunnet lav ÅDT.	Må legges inn som opsjon, da kan beslutningen tas sent.	1,0
Undergang	Kutte undergang sør for 4-felt ved Raglamyr, ca ved profil 700.	Får ingen passasje mellom de regulerte områdene. Blir da vanlig overgang, sebrastriper. Det er 60 km/t men mye industri (kjøpesentre osv) som genererer gangtrafikk.	Forespørsel K2 planlegges ut september 2008. Reduksjon ivaretas som opsjon i kontrakten. Undergangen kan eventuelt etableres etter at veien er ferdig.	1,8
Grønt /beplantning	Kutte den delen av beplantning som kun har estetiske hensyn	Negativ effekt på estetikk.	Før kontrakt om grønt inngås, legges som opsjon i kontrakten.	1,5
			SUM mulige kutt: SUM hensiktsmessige kutt:	233,5 8,5

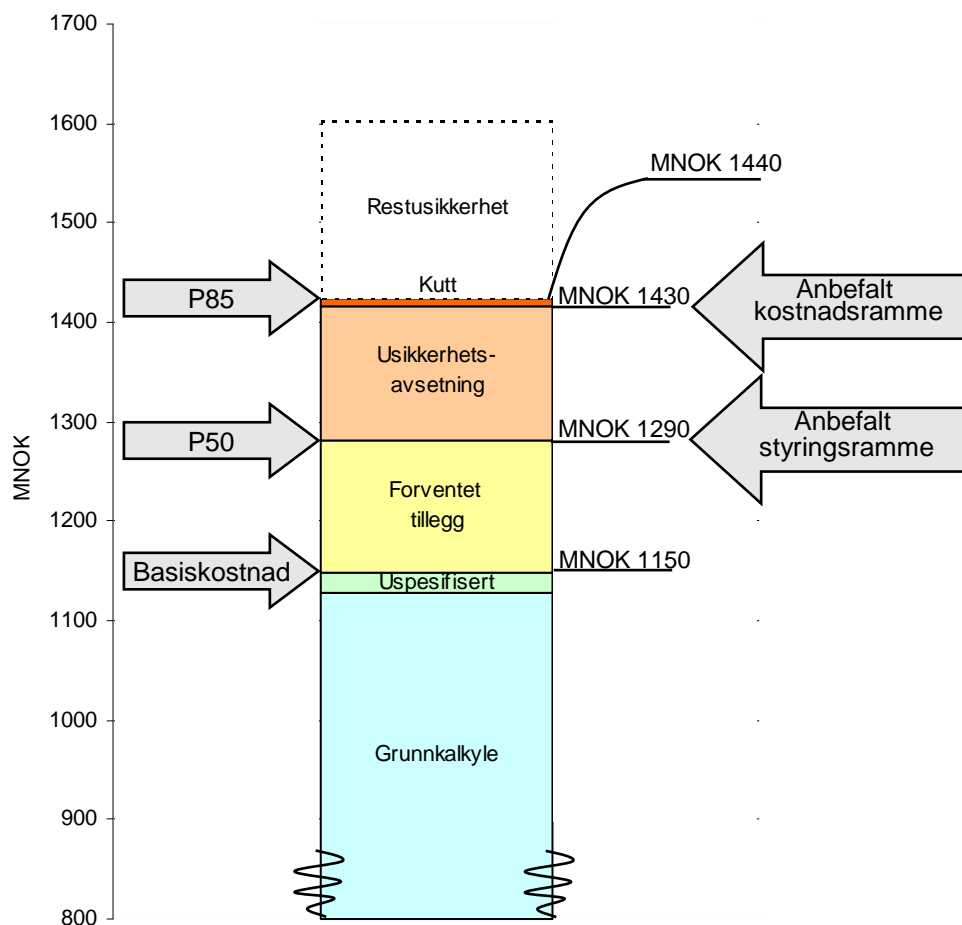
9 Tilrådninger om kostnadsramme og avsetninger

I fastsettelse av kostnadsramme¹ for prosjektet anbefaler KSG at verdien av anbefalte reduksjoner og forenklinger trekkes fra P₈₅ i henhold til tilrådning ovenfor.

T11. Det anbefales at styringsramme settes lik MNOK 1 290 (P50).

T12. Det anbefales at kostnadsramme settes lik MNOK 1 430 (P85 minus kutt)

Usikkerhetsavsetningen på MNOK 140 kan betraktes som en finansiell beredskap som kan trekkes på når kostnadsdrivende hendelser og ekstreme verdier på anslagene inntreffer.



Figur 9-1: Anbefalt styrings- og kostnadsramme for prosjektet.

¹ "Kostnadsramme er det nivå Stortinget inviteres til å vedta. Det utgjør det øvre finansielle tak for prosjektet, og vil normalt dimensjoneres til P85 minus summen av mulige forenklinger og reduksjoner. Det forutsettes at Leverandøren likevel vurderer særskilt om det er forhold som taler for å fravike hovedregelen." (Ref 37).

10 Organisering og styring av prosjektet

Organisering av prosjektet er beskrevet i kapittel 3.4 i sentralt styringsdokument. Dette kapitlet omhandler den prosjektorganisatoriske oppbygging SVV har valgt for å støtte opp om sin gjennomføringsplan. Organisasjonen er under oppbygging. Prosjektleder og byggeledere for de store hovedentreprisene er utpekt. Disse har lang erfaring fra tilsvarende oppgaver i SVV.

KSGs vurdering er at prosjektet har en erfaren ledelse ved sin prosjektleder og byggelederne for de to viktigste kontraktene.

10.1 Beslutningsgang

SVV Håndbok 151 (revisjon juni 2003) er lagt til grunn for prosjektets rapportering og beslutningsrutiner. Beslutninger utover prosjektleders fullmakter fattes av utbyggingssjef i Region Vest, eventuelt Regionsvegsjefen.

- T13. I den grad nye rutiner legges til grunn for prosjektet er det viktig at disse blir godt forankret i prosjektet før byggestart. Dette gjelder også eventuelle endringer som måtte komme som følge av funn ved evaluering av Hanekleivtunellen.

10.2 Overordnet organisering

Prosjektleder rapporterer til utbyggingssjefen i Region Vest. Dette fremgår ikke av organisasjonskartet. Det er ikke opprettet en egen styringsgruppe for prosjektet. Kvalitetsplan og HMS-plan må oppdateres for å vise reell rapporteringsvei, ikke minst ved håndtering av eventuelle ulykker.

- T14. Det må fremgå av organisasjonskartet at prosjektleder rapporterer til utbyggingssjefen.

10.3 Prosjektorganisasjonen

Prosjektorganisasjonen er beskrevet i sentralt styringsdokument og reflekterer i hovedsak den kontraktstrategi som er valgt med to store hovedentrepriser supplert med noen mindre entrepriser. Byggelederne for entreprisene K1 og K2 har begge erfaring fra bygging av undersjøiske tunneler og har i felleskap bistått i forbindelse med utarbeidelse av plangrunnlaget. Dette er en styrke for prosjektet. Prosjektet planlegger i tillegg med en byggeleder for elektroarbeidene, som er ansett som avanserte, enten ved bruk av egen resurs i Region Vest eller ved innleie. Funksjonen er ikke vist på organisasjonskartet. Øvrige kontraktsarbeider blir ledet av byggeleder for en av de to hovedentreprisene. Prosjekteringsansvarlig er vist som stabsfunksjon. Funksjonen har stor betydning for prosjektets totaløkonomi og tekniske løsninger både i byggeplanfasen og gjennomføringsfasen, og bør således ligge i linjen for å understreke funksjonens ansvar og økonomiske betydning.

Hver byggeleder vil ha til rådighet en til to kontrollingeniører per skift. På bakgrunn av evaluering av Hanekleivtunellen bør det vurderes om dette er en tilstrekkelig bemanning. Prosjektet signaliserer at det kan være vanskelig å skaffe kompetent personell med ingeniørgeologisk bakgrunn. Region Vest bør således som et strakstiltak utarbeide en tiltaksplan for hvorledes prosjektet kan gjøre tilgjengelig tilstrekkelig ressurser før prosjektet igangsettes.

Byggeleder stab, som i realiteten er en controllerfunksjon, og informasjonskonsulenten er to viktige funksjoner i prosjektets stab. Disse må utnyttes godt med tanke på dokumentasjon og oppfølging av prosjektets rutiner og relasjonsbygging mot omverdenen. Gjennom god dokumentasjon kan prosjektet bidra med erfaringsoverføring fra prosjektet til Region Vest for å bedre regionens interne kontrollrutiner.

Prosjektet har i sentralt styringsdokumentet påpekt god informasjon mot omverdenen og internt som en av flere kritiske suksessfaktorer. I lys av den kritikk som er reist i media i den senere tid må det utarbeides en strategisk informasjonsplan for hvorledes prosjektet aktivt kan bidra til

omdømmebygging. Informasjonsplanen må forankres godt i egen organisasjon og gi prosedyrer og klare retningslinjer for prosjektet.

- T15. Organisasjonskart må revideres for å vise god linjestruktur. Funksjoner som har betydning for det teknisk/økonomiske resultatet bør ligge i linjen.
- T16. Prosjektet bør ikke igangsettes før det foreligger en plan som sikrer tilgang til kritiske ressurser i prosjektet, enten ved ansettelser eller ved inngåtte avtaler.
- T17. Region Vest bør gjennomføre kvalitetsrevisjon av prosjektorganisasjonen i tidlig fase for å sikre at prosjektet er godt kjent med de prosedyrer og kontrollrutiner som gjelder for prosjektet.
- T18. Det bør umiddelbart utarbeides en informasjonsplan som beskriver hvordan prosjektet aktivt kan bidra til omdømmebygging og hvordan kritiske situasjoner skal håndteres.

10.4 Styring og kontroll

Det er utarbeidet kvalitetsplan og HMS-plan for gjennomføringsfasen. Det er også utarbeidet en kvalitetsplan for byggeplanfasen, som i hovedsak utføres av ressursavdelingen i Region Vest. I tillegg er det utarbeidet "Estetisk rettleiar" for prosjektet.

Kvalitetsplanen vil bli oppdatert før byggestart og vil bli vedlikeholdt i de ulike faser gjennom prosjektet. Region Vest må innskjerpe at prosjektet utarbeider gode kontrollplaner som en del av kvalitetsplanen. Disse bør baseres på erfaring fra tidligere prosjekter og de senere tids hendelser fra idriftsatte tunneler.

Prosjektleders fullmakter er knyttet opp mot avtalt og definert prosjektinnhold. Endringer utover dette løftes opp til utbyggingssjef Prosjekt Vest.

- T19. Stillingsinstruksjoner må revideres og oppdateres for å reflektere ansvarsforhold for hver enkelt kontrakt. Det bør fremgå tydelig hvilke fullmakter den enkelte har i prosjektet.
- T20. Prosjektet må utarbeide gode kontrollplaner som dokumentasjon på de beslutninger som ble fattet ved gjennomføring av prosjektet.

10.5 Rapportering

Prosjektleder og byggeledere har statusmøter hver måned hvor de går gjennom økonomi, HMS og kvalitet. Statusmøter med utbyggingssjefen er ikke formalisert.

- T21. Det bør være formaliserte møter med Utbyggingssjef i region Vest hver måned.
- T22. Basert på prosjektets størrelse er KSG av den oppfatning at månedlig rapportering av fremdrift og økonomisk status til Utbyggingssjef også bør inneholde strategiske tiltak for prosjektgjennomføring. Det bør legges spesiell fokus på forhold rundt HMS i tillegg til endringer i risikobildet til prosjektet.

10.6 Eierskap til avsetninger

- T23. Usikkerhetsavsetningen anbefales forankret hos Samferdselsdepartementet.
- T24. Det bør etableres rutiner for hvordan behov for å trekke på usikkerhetsavsetningen skal fremmes og hvordan forbruk av tildelte midler skal rapporteres.

Analysens beregnede forventningsverdi/styringsramme består av basiskostnad og forventede tillegg fra anslagene, faktorene og hendelsene.

- T25. Styringsrammen anbefales disponert av SVV.

11 Tilrådninger

I dette kapittelet oppsummeres alle tilrådninger som gis i rapporten.

- T1. Prosjektet bør utarbeide en alternativ kontraktsoppdeling dersom markedet ikke er som forventet ved utlysningstidspunktet.
- T2. Plan for eventuell gjennomføring av forenklinger og reduksjoner bør beskrives med milepæler for når beslutningen om gjennomføring av de enkelte elementene i kuttlisten må foretas.
- T3. Alternative tekniske løsninger bør prosjekteres og innarbeides som opsjoner for å kunne realiseres dersom dette blir nødvendig.
- T4. Andre kriterier enn pris bør også legges inn som tildelingskriterium for alle kontrakter for å sikre at det velges entreprenører med rett kapasitet, hensiktsmessig organisasjon og oppgaveforståelse som samsvarer med gjennomføringsstrategien til SVV.
- T5. Den foreliggende geologiske rapporten må omarbeides og suppleres, slik at den tilfredsstiller kravene i Håndbok 021 Vegtunneler (Statens vegvesen, 2006).
- T6. For å oppnå HMS målsetningene bør prosjektet vurdere å innføre incitamentsordninger som både har betydning i gjennomførings- og driftsfasen.
- T7. Byggeledere og kontrollingeniører bør engasjeres så tidlig som mulig for å kvalitetssikre tilbudsdokumentene før disse sendes ut og påse at strategiene ivaretas i forespørselen.
- T8. Prosjektet bør innarbeide milepælsplan med dagmulktbelagte delfrister og sluttfrister i entreprisekontraktene.
- T9. Referansetall som gjenspeiler endelige kostnad må justeres for å kunne sammenlignes med anbudspris i grunntematet, jfr. Kap. 5.6 i håndbok 217.
- T10. Teksten og forklaringen til kostnadspostene (også vurdering bak øvre og nedre anslag) bør gjennomgå og oppdateres ved neste revisjon av anslagsdokumentet
- T11. Det anbefales at styringsramme settes lik MNOK 1 290 (P50).
- T12. Det anbefales at kostnadsramme settes lik MNOK 1 430 (P85 minus kutt)
- T13. I den grad nye rutiner legges til grunn for prosjektet er det viktig at disse blir godt forankret i prosjektet før byggestart. Dette gjelder også eventuelle endringer som måtte komme som følge av funn ved evaluering av Hanekleivtunnelen.
- T14. Det må fremgå av organisasjonskartet at prosjektleder rapporterer til utbyggingssjefen.
- T15. Organisasjonskart må revideres for å vise god linjestructur. Funksjoner som har betydning for det teknisk/økonomiske resultatet bør ligge i linjen.
- T16. Prosjektet bør ikke igangsettes før det foreligger en plan som sikrer tilgang til kritiske ressurser i prosjektet, enten ved ansettelse eller ved inngåtte avtaler.
- T17. Region Vest bør gjennomføre kvalitetsrevisjon av prosjektorganisasjonen i tidlig fase for å sikre at prosjektet er godt kjent med de prosedyrer og kontrollrutiner som gjelder for prosjektet.
- T18. Det bør umiddelbart utarbeides en informasjonsplan som beskriver hvordan prosjektet aktivt kan bidra til omdømmebygging og hvordan kritiske situasjoner skal håndteres.
- T19. Stillingsinstrukser må revideres og oppdateres for å reflektere ansvarsforhold for hver enkelt kontrakt. Det bør fremgå tydelig hvilke fullmakter den enkelte har i prosjektet.

- T20. Prosjektet må utarbeide gode kontrollplaner som dokumentasjon på de beslutninger som ble fattet ved gjennomføring av prosjektet.
- T21. Det bør være formaliserte møter med Utbyggingssjef i region Vest hver måned.
- T22. Basert på prosjektets størrelse er KSG av den oppfatning at månedlig rapportering av fremdrift og økonomisk status til Utbyggingssjef også bør inneholde strategiske tiltak for prosjektgjennomføring. Det bør legges spesiell fokus på forhold rundt HMS i tillegg til endringer i risikobildet til prosjektet.
- T23. Usikkerhetsavsetningen anbefales forankret hos Samferdselsdepartementet.
- T24. Det bør etableres rutiner for hvordan behov for å trekke på usikkerhetsavsetningen skal fremmes og hvordan forbruk av tildelte midler skal rapporteres.
- T25. Styringsrammen anbefales disponert av SVV.

Vedlegg

- V1. Dokumenter som ligger til grunn for kvalitetssikringen
- V2. Møteoversikt
- V3. Kommentarer til Sentralt Styringsdokument
- V4. Vurdering av trafikkgrunnlag
- V5. Metode for datainnsamling og usikkerhetsanalyse
- V6. Usikkerhet
- V7. Referansesjekk
- V8. Tilrådning knyttet til geologiske forhold
- V9 Presentasjon av preliminær rapport 11.09.2007
- V10. Oversikt over sentrale personer i forbindelse med oppdraget

V1. Dokumenter som ligger til grunn for kvalitetssikringen.

Dokumenter mottatt av prosjektet:	
1	Sentralt styringsdokument datert 2007-04-30.
2	Notat - T-forbindelsen - finansieringsplan datert 2007-05-02
3	Rapport fra kostnadsoverslag for RV. 47 T-forbindelsen (oppsplitting av element) 2007-04-30.
4	HMS-plan, Statens vegvesen datert 2007-02-02
5	Kvalitetsplan - Byggeplan T-forbindelsen, 4. utgave, Statens Vegvesen datert 2007-02-01
6	Kvalitetsplan Byggefasen T-forbindelsen, versjon 1, Statens Vegvesen datert 2007-02-21
7	Miljøoppfølgingsprogram for T-forbindelsen, Statens vegvesen datert 2007-02-09.
8	Trafikksikkerhetsrevisjon av revidert forslag til reguleringsplan for T-forbindelsen, SWECO VBB datert 2005-03-31.
9	Geologisk rapport, Statens vegvesen datert 2007-02-13
10	Undersjøiske tunneler, Sintef datert 1987-05-26
11	T-forbindelsen - Supplerende refraksjonsseismiske undersøkelser, Geomap datert 1998-06-04
12	Rv. 47T-forbindelsen - Supplerende refraksjonsseismikk, Geophysix datert 2005-03-01
13	T-forbindelsen - Trafikknotat, Statens vegvesen utgave 3. datert april 2007
14	T-forbindelsen i Rogaland - Vurdering av trafikktall, Norconsult datert 2006-10-20.
15	Haugalandpakken - Vurdering av trafikktall som følge av bompengeneinnkreving på Haugalandpakken og T-forbindelsen, Norconsult datert 2007-01-25.
16	T-forbindelsen - Vurdering av trafikktall som følge av bompengeneinnkreving, Norconsult, datert 2007-02-09.
17	Haugalandpakken - Trafikknotat, Statens vegvesen Region vest datert januar 2007.
18	Oversiktskart T-forbindelsen 1:40000 (A3)
19	T-forbindelsen - Estetisk rettleiar. Datert mars 2006.
20	Diverse kommunale planer.
21	Kart fra reguleringsplan, Fosen-Raglamyr datert 2005-06-16
22	Utdrag av byggeplan, kartskisser, mottatt i møte med prosjektet.
23	Geoteknisk rapport del 1 Tekst og del 2 Tegninger datert 2007-04-27
24	Anslagsrapport etter anslag 2005
25	Støydokumentasjon, Opticonsult AS datert 2006-07-04.
26	Underlag for beregning av Byggherrekostnader, mottatt i møte med prosjektet.
27	Økonomisk sluttrapport Bygdesambandet datert 2001-09-24.
28	Økonomisk sluttrapport Hitrasambandet datert 2001-11-12
29	2165 Kunnskapsbank undersjøiske vegtunneler datert juli 2000.
30	Evaluering av ingeniørgeologiske forhold, SINTEF datert 1998-03-05.
31	Vurdering av reviderte traseer for tunneler under Karmsundet og Førdesfjorden datert 2003-12-17
32	Overdekning undersjøiske tunneler datert 2006-01-09
33	Rapport 1 L206A med Vedlegg 1 og 2 og Tegninger 01-05 datert 1995-04-26.
32	Rapport 1 L206A med Vedlegg 1 og 2 og Tegninger 06-13 datert 1995-12-05.
33	Notat fra Knut B Pedersen om Kryssing av bruddsoner i Karmøysundet og Førdesfjorden datert 1998-06-16.
32	Notat fra Vegdirektoratet om utfyllende bestemmelser til godkjenning av fjelloverdekning datert 2006-11-07
33	Notat fra Bjørn Helge Kluver om Bergarter/Sikringsmengder/Kritiske punkter datert 2006-09-20.
Andre dokumenter som er brukt i rapporten:	
34	Finansdepartementet, Superside og veiledning til standardisering av rapport.
35	Drevland, Frode, 2005, Rett og riktig - en gjennomgang av Statens vegvesens analysemodell, NTNU/Concept
36	Finansdepartementet, 2003, Felles begrepsapparat.
37	Rammeavtale mellom Finansdepartementet og Advansia AS, DNV og SNF, 10. juni 2005

V2. Møteoversikt

Dato	Tema/hensikt	Møte med
2007-05-04	Oppstartsmøte i Samferdselsdepartementet	Samferdselsdepartementet, Finansdepartementet, Vegdirektoratet, T-forbindelsen
2007-05-16	Datainnsamling om entreprisemodell, kontraktstrategi og organisasjon	T-forbindelsen v/PL
2007-06-06 og 07	Gjennomgang av Anslagsdokumentets kostnadselementer og KSGs referansesjekk.	T-forbindelsen v/PL og BL
2007-06-18 og 19	Gjennomgang av geologiske grunnlagsdokumentasjon. Kartlegging og kvantifisering av estimater, usikkerhetsfaktorer og hendelser	T-forbindelsen v/PL, geolog og BL
2007-09-04	Avklaring av KSGs tilråkning om kjerneboring.	Vegdirektoratet, T-forbindelsen, KSG, NGI og NTNU.
2007-09-11	Presentasjon av rapport i Samferdselsdepartementet	Samferdselsdepartementet, Finansdepartementet, Vegdirektoratet, T-forbindelsen

V3. Kommentarer til Sentralt Styringsdokument

Følgende kommentarer ble sendt til oppdragsgiverne 15 mai 2007.

Kommentarene er fordelt per delkapittel og følger dokumentets kapittelstruktur. Kommentarene er basert på finansdepartementets veiledning for felles krav til styringsdokument (23.4.03), og peker kun på direkte mangler i forhold til dette.

Vår konklusjon er at det er grunnlag for å gå videre med ekstern kvalitetssikring av prosjektet:

- Sentralt styringsdokument datert 30. april 2007 er grunnlaget for Kvalitetssikringsgruppens (KSGs) kommentarer. Dokumentet er godt i henhold til intensjonen, men har enkelte mangler i forhold til "Krav til innholdet i det sentrale styringsdokument" (Finansdepartementet, 24. mars 2003).
- KSGs vurdering er at samlet dokumentasjon som er mottatt fra prosjektet (se Vedlegg 2) kan tjene som et utgangspunkt for usikkerhetsvurdering og for å gi tilrådinger om styring av prosjektet.

Vi forventer at eventuelt ytterligere behov for informasjon kan avklares direkte med prosjektet.

Tabell V3-1: Kommentarer til Sentralt styringsdokument

1 Overordnede rammer:	
1.1 Hensikt, krav og hovedkonsept	Ingen
1.2 Prosjektmål	<p>Reduksjon av trafikkulykker er beskrevet som en av hovedhensiktene med prosjektet (første avsnitt i kapittel 2.1). Dette er ikke fulgt opp under kapittel 2.2 Prosjektmål.</p> <p>Samfunns mål skal beskrive hvilken samfunnsutvikling prosjektet skal bygge opp under. Det bør utarbeides ny tekst som beskriver samfunns målet. Teksten under "Effekt mål" beskriver samfunnsøkonomisk lønnsomhet og bør flyttes inn under punktet "Samfunns mål". Beregning av samfunnsøkonomisk nytte må oppdateres. Et eksempel på samfunns mål kan være "Stimulere til videre vekst i kommunene ved å bedre transportøkonomiske betingelser".</p> <p>Effekt mål skal beskrive prosjektets effekt for brukere.</p> <p>Kulepunktene i punktet "Samfunns mål" hører hjemme under punktet "Effekt mål". Effekt målene bør omhandle elementene trafiksikkerhet, miljø, fremkommelighet etc. Husk at målene skal være SMARTe².</p> <p>Resultat mål.</p> <p>Målbeskrivelsen for HMS/Ytre miljø bør beskrive dette prosjektets mål, ikke målsetningen for Region Vest.</p> <p>Kostnad: Etaten og prosjektet bør styre kostnadene innenfor vedtatt styringsramme, ikke kostnadsrammen.</p> <p>Kvalitet: Teksten beskriver prosjektets konsept, ikke målbare prosjektmål. Målene bør beskrive hva prosjektet skal tilstrebe å oppnå for å oppnå de definerte effekt målene. Det er ikke definert noe estetisk mål.</p> <p>Tid: Mål for tid er hensiktsmessig, men det bør skilles mellom mål og milepæler.</p> <p>Prioritering av mål anses å være hensiktsmessig og gir grunnlag for styring av prosjektet underveis.</p> <p>Suksesskriterier skal beskrive hvilke forhold interessentene vil vektlegge når det i etterkant skal vurderes om prosjektet var en suksess eller ikke. Flere av listede suksesskriterier er suksessfaktorer.</p>

² Spesifikke, målbare, aksepterte, realistiske og tidsavgrensede.

1.3 Kritiske suksessfaktorer	Suksessfaktorer skal beskrive <i>hva prosjektet må lykkes med</i> for å oppnå målene. Dette innebærer at enkelte faktorer bør omskrives. De listede faktorene er en blanding av suksessfaktorer og usikkerhetsfaktorer. Tiltakene som er beskrevet gir gode innspill til prosjektstyring og kvalitetssikringsaktivitet.
1.4 Rammebetingelser	Rammebetingelser gitt i kommuneplaner, stortingsdokumenter etc. bør listes. For hver av rammebetingelsene bør det refereres til et kildedokument.
1.5 Grensesnitt	Prosjektet har listet to tekniske grensesnitt og gitt en vurdering av disse. I tillegg bør prosjektet synliggjøre om det ligger noen vanskelige tekniske grensesnitt mellom kontraktene i prosjektet. De listede fravikene bør listes i kapittel 2.4 Rammebetingelser. Byggherre bør stille krav om innsyn i og kontroll på avtaler som entreprenør inngår med kommuner og andre, med tanke på miljømessige konsekvenser i avtaleforhold.
2 Prosjektstrategi	
2.1 Strategi for styring av usikkerhet	Det bør foreligge en strategi for hvordan prosjektet har planlagt å kontinuerlig gjennomføre systematisk styring av usikkerhet gjennom hele prosjektets levetid.
2.2 Gjennomføringsstrategi	Valgte strategier bør tydeliggjøres og de bør gjenspeile utfordringer i prosjektet. Det savnes en tydelig begrunnelse for de strategier som er valgt.
2.3 Kontraktsstrategi	Hvilke alternative kontraktsstrategier er vurdert? Hva om markedet er dårlig, finnes det en handlingsplan, for eksempel nedbryting i mindre pakker?
2.4 Organisering og ansvarsdeling	Organisasjonsstruktur med tilhørende stillingsinstrukser må oppdateres for å gjenspeile planer og faktiske forhold.
3 Prosjektstyringsbasis	
3.1 Arbeidsomfang, herunder endringsstyring	
3.2 Prosjektnefbrytningsstruktur (PNS)	I SSD er det presentert hovedsakelig en kostnadsstruktur. PNS i kapittel 4.2 bør gjenspeile kontraktsstrukturen i styrbare pakker.
3.3 Kostnadsoverslag, budsjett og investeringsplan	Finansieringsplan for prosjektet er vedlagt, men inngår ikke i listen over Vedlegg. Det må etableres ny liste med reduksjoner og forenklinger.
3.4 Tidsplan	Tidsplanen er svært grov. De kritiske milepæler bør angis.
3.5 Kvalitetssikring	

V4. Vurdering av trafikkgrunnlag

Under dette punktet er det redegjort for den gjennomgang og vurdering som er foretatt av de trafikk tall og analyser som Vegvesenet legger til grunn for sine anslag av inntekt fra fremtidige bompenger. Gjennomgangen tar utgangspunkt i at T-forbindelsen skal ha én bomstasjon plassert på østre gren ved Mjåsund. Oppsummering og konklusjoner er presentert i kapittel 5.

Vegvesenets estimat for trafikk- og bompengegrunnlaget.

Hensikten med T-forbindelsen er både å bedre Karmøybuenes forbindelse til hovedveisambandet nord-sør, og å lede trafikk utenom det sterkt belastede veinettet i Haugesund sentrum. Det er i tråd med dette siste formålet at prosjektet er planlagt med en bomstasjon som plasseres på østre arm. På denne måten vil trafikk kunne sirkulere uten avgift mellom vestre og nordre T-forgrening. Samtidig er det klart at denne løsningen innvirker på bompengegrunnlaget, som også vil påvirkes av gjennomføringen og bompengefinansieringen av Haugalandpakken.

Statens Vegvesen har i et eget trafikknotat, datert april 2007, oppsummert de undersøkelser og vurderinger som er foretatt rundt trafikk- og bompengegrunnlaget for T-forbindelsen. Som underlag for vurderingene er det foretatt en rekke trafikk tellinger inklusiv en nummerskiltundersøkelse hvor man prøvde å kartlegge de enkelte kjøretøyenes faktiske kjøreruter med utgangspunkt i et sett av registreringsposter. Videre er det gjort en rekke beregninger med regional transportmodell (RTM). Vegvesenet har under arbeidet innhentet ekstern konsulenthjelp fra Norconsult, som blant annet har hatt oppgaven med å kvalitetssikre og fremskrive trafikk tall, og som også har gjennomført egne RTM-kjøringer.

Med stor vekt på Norconsults vurderinger, tar trafikknotatet utgangspunkt i modellberegnete tall (RTM) for trafikk i T-forbindelsen uten bompenger. Samtidig aksepterer man likevel ikke den samme modellens avvisning av trafikk ved innføring av bompenger. Modellens beregnede avvisning på ca. 44% ved sats 20 kr, overprøves med en skjønnsvurdert sannsynlig avvisning i størrelsesorden 15-20%. Skjønnnet begrunnes med en henvisning til erfaringstall for andre bompengeprosjekter. Tabell V4-1 gjengir ulike hovedestimat for trafikk ved bomstasjonen i 2010.

Tabell V4-2: Noen hovedestimat for trafikk ved bomstasjonen i 2010.

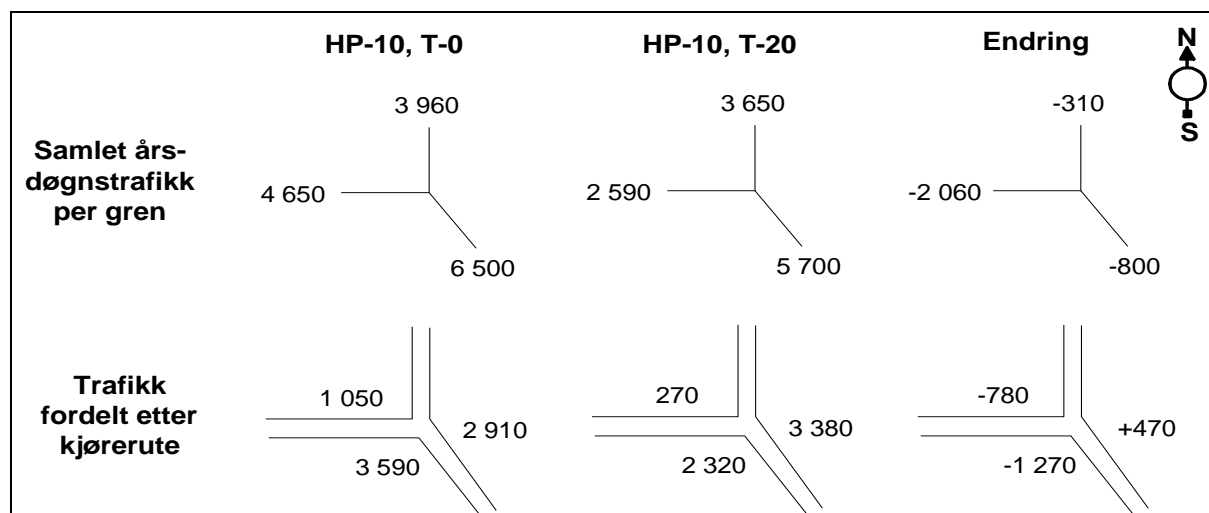
	2010-estimat uten bompenger		Beregnet med RTM		Forslag Norconsult: 15 – 20 % (lagt til grunn av vegvesenet)	
	KU-92	Nummerskilt undersøkelse	HP-10, T-0	HP-10, T-20 (44% avvisning)	20% avvisning	15% avvisning
ÅDT	4 500	2 400	4 650	2 600	3 700	3 950
Forklaring: KU-92 = Konsekvensutredning 1992. ÅDT = årsgjennomsnittlig trafikk HP = Haugalandpakken, T = T-forbindelsen. Tallet etter HP og T angir bompengesats						

Vår vurdering av trafikk tallene.

Prinsipielt er det vanskelig å støtte en tilnærming som uforbeholdent legger til grunn modellberegnete basistall for trafikk over T-forbindelsen i en situasjon uten bompenger, men som overprøver den samme modellens estimat for avvisning ved bompenger. Dette har bl.a. sammenheng med at bompengesatsen normalt inngår som en helt ordinær del av de kostnadene som er med og regulerer trafikk mengder og rutevalg. Det er selvsagt ikke vanskelig å enes om at 44 % avvisning ved 20kr i bompenger er et overraskende høyt nivå. Problemet er bare at hvis dette er et resultat av at modellen er for sterkt priselastisk, så vil samme innvending gjelde symmetrisk i forhold til basisberegningen. Med andre ord, vi må forvente at de estimerte trafikk tallene for en situasjon uten bompenger er tilsvarende sterkt overdrevne.

Ett punkt som egner seg spesielt godt for å vurdere rimeligheten i RTM-beregningene er E39 sør for Mjåsund. På dette stedet er det ingen relevante omkjøringsmuligheter som vil påvirkes av bompenger på T-forbindelsen. Variasjoner i modellens trafikkestimat ved endrede forutsetninger, vil følgelig være rendyrkede volumendringer. Ved alle de øvrige punktene hvor det er oppgitt trafikk tall, er virkningene av omlagte reiseruter og volumendring ikke splittbare.

Norconsult gjengir i sitt notat av 9.2 2007³ en rekke resultater fra ulike kjøring med RTM som er fremskrevet til 2010. For situasjonen uten T-forbindelse, men med 10 kr i bompenger på Haugalandpakken, er det her estimert en årsdøgntrafikk (ÅDT) på 4 950 sør for Mjåsund. For situasjonen med T-forbindelse gjengir Figur V4-1 en sammenstilling av beregningene under to ulike modellforutsetninger. Begge alternativene legger til grunn 10 kr i bompenger på Haugalandpakken, men de skiller seg ved at bompengene på T-forbindelsen er satt til hhv. 0 og 20 kr. Figurens øverste del gjengir RTM-estimatene som presenteres i Norconsults rapport, I figurens nederste del er det gjort en ytterligere oppsplitting av disse tallene etter kjørerute⁴.



Figur V4-1: RTM-prognose for trafikk i Mjåsund i 2010, med og uten bompenger på T-forbindelsen. Kilde: Norconsult - Vurdering av trafikk tall (9/2 2007)

Når T-forbindelsen legges inn i RTM-modellen uten bompenger, øker trafikkestimatet sør for Mjåsund med hele 1 550 ÅDT sammenlignet med dagens veinett (fra 4 950 til 6 500 enheter). Tilveksten svarer til en trafikkvekst på over 30 % for kyststamveien (E39) i dette punktet. Med unntak av Kårstø (gassbehandlingsanlegg og gasskraftverk) og et planlagt næringsområde i Gismarvik, er det begrenset med potensielt trafikkgenererende virksomhet eller bosetting som grenser opp mot E39 i disse sørligste delene av Tysvær kommune. Destinasjon eller avreisested for en trafikkvekst i den størrelsesorden det her er tale om, må derfor i hovedsak søkes lengre sør, enten på øyene som europaveien krysser eller sør for Boknafjorden.

Når T-forbindelsen ilegges bompenger på 20 kroner, reduseres tilvekstbidraget sør for Mjåsund til 750 ÅDT. Dvs. at bompengene reduserer T-forbindelsens modellerte bidrag til nyskapt trafikk i dette punktet med litt over 50 prosent. Av figuren ser en og at bompengene nesten utradrer trafikk over T-

³ T-forbindelsen. Vurdering av trafikk tall som følge av bompengeneinnkreving. 9. februar 2007.

⁴ NB! Fordelingen forutsetter at det ikke er noen lekkasje eller tilførsel av trafikk i selve krysset. Tallene for situasjonen uten T-forbindelse kan indikere at dette ikke fullt ut er tilfelle. Avvikene på dette punkter er imidlertid så vidt små at de ikke kan ha noen større betydning for samlet vurdering.

forbindelsen med relasjon mot nordgående gren av Mjåsundkrysset (fra 1 050 til 270 ÅDT) og videre at trafikk i kryssets nord-sør retning øker med nærmere 500 enheter. Dette siste er en naturlig følge av at en del trafikk forlater T-forbindelsen og heller velger alternativ kjørerute uten bompenger.

Tabell V4-2 gir en forenklet illustrasjon til det beslutningsunderlaget som trafikkantene i transportmodellen antas å basere sine rutevalg på. I valget mellom to rutealternativ vil modelltrafikkantene alltid velge ruten som har den laveste generaliserte reisekostnaden (GRK). Videre har transportmodellen innebygde etterspørselsfunksjoner som sørger for at når GRK endres for en strekning vil også trafikkvolumet endres i et nærmere spesifisert, inverst forhold til kostnadsendringen (priselastisk etterspørsel).

Tabell V4-2 Eksempel på generalisert reisekostnad til Mjåsund fra tre ulike startpunkt i hhv. dagens veinett og over T-forbindelsen.

	Dagens veinett			Via T-forbindelsen			Kommentar
	Km	Minutt	GRK	Km	Minutt	GRK	
Veldetun – Mjåsund	32.4	34	134 kr	13	12.6	51 kr	via Håvik
Karmsundet – Mjåsund	27.9	29	114 kr	17.5	18.6	73 kr	
Skre - Mjåsund	20.4	21	83 kr	19.3	17.9	74 kr	

Noter: GRK = Generalisert reisekostnad, og inkluderer både betalbar driftsutgift og verdsatt tidsbruk. Verdien av tidsbruk varierer både med reiseformål og reiselengde og modelleres separat for hver gruppe i RTM. Verdiene som er angitt i tabellen er kun eksempler på aggregerte GRK-verdier for lette kjøretøy ved adferdsrelevant (variabel) kmkostnad på kr 1.50 og en tidsverdi på kr 150 per time. (TØIs gjennomsnittsverdier for tidskostnad for alle reiser med bil er for 2005 oppgitt til kr 79 for korte og kr 166 for lange reiser (> 50 km))

Kilde: Verdier for avstand og reisetid er hentet fra Norconsults notat *Vurdering av trafikk tall*, datert 20. oktober 2006.

Det fremgår av tabellen at trafikkantene på strekningene fra Veldetun og Karmsundet bru til Mjåsund har relativt mye å tjene på bruk av T-forbindelsen, hhv. 83 og 42 kroner. Dette er vesentlig mer enn bompengene, slik at disse trafikkantene vil foretrekke T-forbindelsen også etter innføring av bompenger selv om reisevolumet selvsagt vil reduseres når besparelsen blir mindre. For trafikk fra Skre er situasjonen en annen. Her er gevinsten ved å benytte T-forbindelsen kun 9 kroner. Bompenger på 20 kroner vil derfor føre trafikken tilbake til det eksisterende vegnettet.

Selv om verdiene i tabellen er en særdeles grovkornet tilnærming til RTM-beregningene, gir de likevel et visst underlag for å vurdere hvordan modellen responderer på innføringen av bompenger. Tallene indikerer klart at all trafikk som i dag går over Karmsundet bru og passerer Mjåsund tjener på å velge T-forbindelsen selv om det innføres bompenger på 20 kroner. Denne konklusjonen er nokså ufølsom for valget av tidskostnad og innebærer i praksis at all slik trafikk fra Karmøy uansett vil velge T-forbindelsen. Tilsvarende gjelder for områdene sør for E134 fra omkring krysset med Ørpetveitveien og inn mot søndre del av Haugesund. Trafikk fra Haugesund sentrum og områdene videre nordover må derimot antas å være følsom for innføring av bompenger på T-grenet over Førdesfjorden.

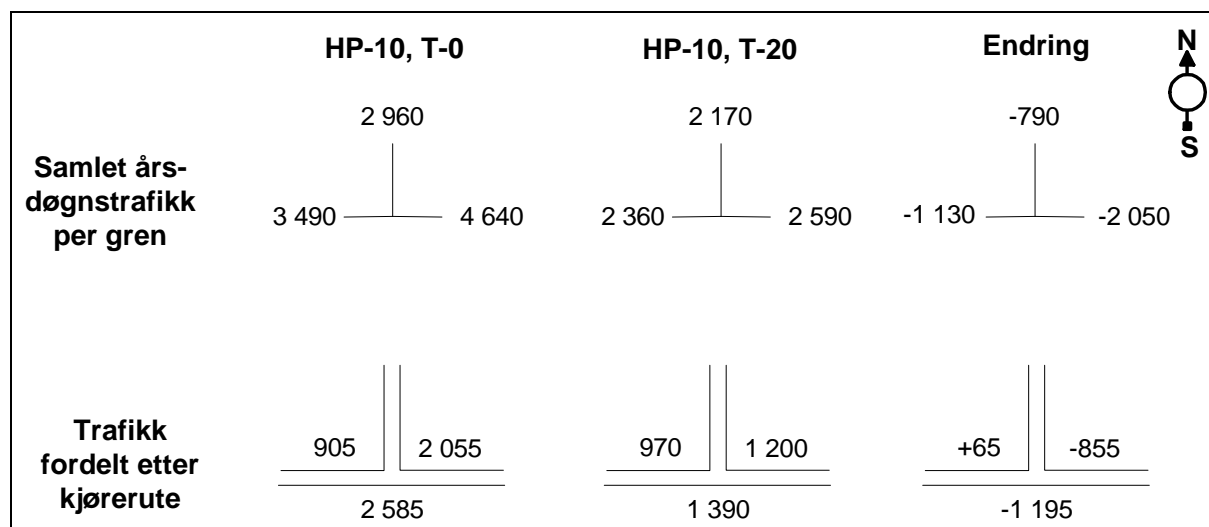
Andre potensielle brukere av det bompengebelagte østre T-grenet er trafikkanter til/fra Karmøy og i mer beskjedne grad området sør for Haugesund, med relasjon nordover E39 og som kan ha gevinst av å kjøre om Mjåsund. Med unntak av destinasjoner som ikke ligger særlig langt nord for Mjåsund, fremgår det imidlertid tydelig av områdekartene at denne trafikken må være følsom for bompenger i og med at det foreligger gode alternative reiseruter både gjennom Haugesund sentrum og via det nordgående grenet av T-forbindelsen.

Resultatene som genereres i RTM stemmer godt overens med disse intuitive resonnementene. Om en også sammenholder med estimatene for det underjordiske krysset i T-forbindelsen (fig. V4.2), ser en at fortregningen ved innføring av bompenger på østre gren er høy både på lenken fra nordre til østre

gren (42 %) og på lenken fra Karmøy til Mjåsund (46 %). Samtidig vet vi at det er betydelige forskjeller i tilgangen til rimelige alternative ruter mellom Karmøy og områdene sør for Haugesund sentrum. For Karmøytrafikk med relasjon sørover forbi Mjåsund er i praksis all trafikkreduksjonen over T-forbindelsen en konsekvens av volumreduksjon. Den tilsvarende nedgangen på lenken fra nord mot øst, blir derimot delvis kompensert med en trafikkøkning på 470 enheter forbi Mjåsund på E39. For denne trafikken utgjør volumendringen derfor ikke mer enn om lag 19 %. Resten av nedgangen forbi bompengestasjonen skyldes endret rutevalg.

For potensiell trafikk forbi innkrevingsstasjonen med relasjon nordover fra Mjåsund, er konsekvensene av bompenger mer sammensatte. I dette tilfellet øker RTM trafikken over Karmsundbrua med vel 500 enheter samtidig som også trafikk langs ruten fra vestre til nordre gren av T-forbindelsen øker med 65 enheter (Jevnfør figur V4.4). Denne trafikkveksten kan også følges videre østover langs E134, hvor den mer enn dobles etter som tilknytningspunktene for trafikk fra områdene sør for Haugesund sentrum passerer. Samlet utgjør trafikkøkningen over Karmsundbrua og på lenken fra vestre mot nordre T-gren 575 enheter. Det er naturlig å regne denne økningen som turvalgsendring pga. bompengene. Tar vi høyde for dette står vi igjen med en samlet volumendring for Karmøyrelatert trafikk på 24 % ved innføring av bompenger på T-forbindelsen.

Se for øvrig samlet illustrasjon av RTM-beregnet trafikkendring ved introduksjon av T-forbindelsen og ved inkludering av bompenger på denne i figur V4.3 og figur V4.4. Alle tall i figurene er basert på Norconsults rapport "T-forbindelsen. Vurdering av trafikk tall som følge av bompengeneinnkreving.", datert 9. februar 2007.



Figur V4.2 RTM-prognose for rundkjøringen i T-forbindelsen i 2010, med og uten bompenger. Kilde: Norconsult - Vurdering av trafikk tall (9/2 2007)

Note: De fordelte tallene (nederst) forutsetter null "lekkasje" i krysset.

Andre forhold.

Den regionale transportmodellen som er benyttet i beregningene er basert på en reisevaneundersøkelse som ble gjennomført i 2001. Modellen håndterer personreiser kortere enn 100 km⁵ og lager anslag for antall reiser av ulike typer (6 forskjellige reisehensikter) mellom de enkelte grunnkretsene,

⁵ Lengre reiser modelleres separat i en egen nasjonal transportmodell og overføres herfra til den regionale modellen.

men inkluderer ikke egne anslag for tunge biler og håndverksbiler. Modellen har ikke vært kalibrert mot data for registrert trafikk senere enn 2001 og vi oppfatter det som at det heller ikke er justert for endringer i den regionale bosettings- og sysselsettingsfordelingen.

For å korrigere for de feilkilder og den ekstra usikkerhet som følger av disse forholdene, samt for å fremskrive tallene til 2010, har vegvesenet/utreder gjort følgende modifikasjoner på samtlige RTM-tall:

- Estimerte trafikk tall er økt med 20 % for å kompensere for manglende inkludering av tunge kjøretøy og håndverksbiler.
- Trafikktallene er fremskrevet fra 2001 til 2010 med utgangspunkt i en antatt årlig trafikkvekst på 2.5 %.
- Samtlige trafikk tall er i tillegg økt med ytterligere 10 %. Dette begrunnes med at modellen i sammenligning med nyere trafikk tellinger tilsynelatende beregner for lave tall for hele området. Økningen er slik sett ment som en ad hoc kompensasjon for manglende kalibrering mot nyere trafikk data.

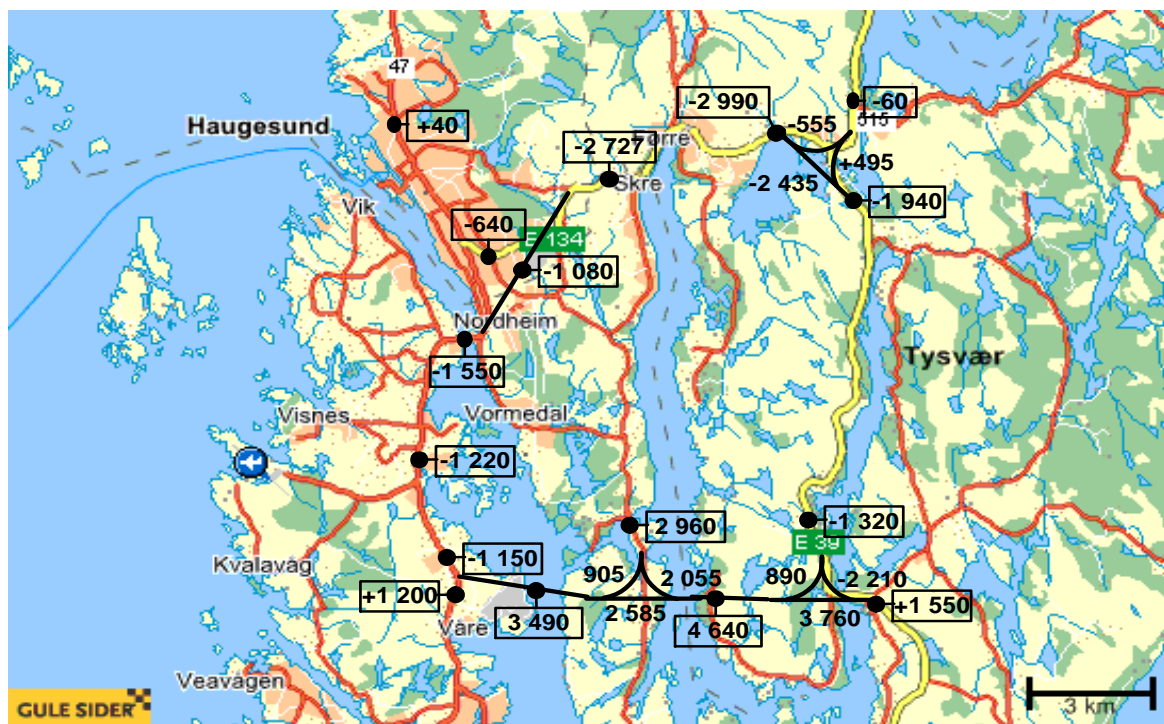
Det første av disse punktene er en tradisjonell måte å korrigere for denne mangelen ved modellen. De øvrige to modifikasjonene blir nødvendigvis mer skjønnsbaserte. Som underlag for disse er det foretatt flere vurderinger av trafikkutviklingen siden 2001 samt at RTM-beregninger er sammenlignet med registrerte trafikk tall av nyere dato. Blant annet er det i Tabell 4 i Norconsults notat "*T-forbindelsen i Rogaland. Vurdering av trafikk tall*" (20.10 2006) gjort en sammenstilling av registrert ÅDT i 2004 og ÅDT fra RTM 0-alternativet som er oppjustert med en årlig vekstfaktor på 2.5%. Modell tallene avviker her både positivt og negativt fra registrerte trafikk tall for de 7 trafikk punktene som er med i sammenligningen. Summert er det et negativt avvik på knappe 1000 ÅDT, som svarer til 1,2 prosent av den registrerte trafikken. Totalt sett gir den valgte fremskrivningsfaktoren derfor en rimelig god tilpasning til registrerte trafikk tall.

Derimot er det vanskeligere å finne dekning for den ekstra 10 prosent påplussingen som vegvesenet selv har foretatt. Når tillegget inkluderes skifter total differansen i tabellen fra det beskjedne negative avviket til et positivt avvik på 8.7 prosent. Dvs. at det samlet for de 7 trafikk punktene modelleres vel 7000 flere ÅDT i 2004 enn hva som er registrert. Påplussingen blir dessuten særlig problematisk i forhold til vurderingen av T-forbindelsen siden modellert trafikk over Karmsundbrua alt i utgangspunktet ligger 14.4 % over registrert trafikk volum for 2004 og som inklusiv påplussingen gir en overvurdering på nærmere 26 %. Geografien tatt i betraktning er dette den trafikken som blir desidert sterkest berørt av det foreslåtte veiprojektet og som følgelig er mest kritisk for vurderingen av inntekspotensialet for bomstasjonen. Overvurderingen av basistrafikk over Karmsundbrua representerer derfor også en kilde til overvurdering av trafikk grunnlaget for bomstasjonen i de modellerte trafikk tallene.

Trengsel og kødannelser er en faktor som klart kan påvirke trafikkantenes reisemåte og rutevalg. Uten detaljkunnskap om trafikken i området er det vanskelig å ha sikre formeningene om hvordan slike forhold kan slå ut for T-forbindelsen. En naturlig antagelse er at køproblematikken blir sterkest ved Karmsundet bru og i Haugesund sentrum. En sannsynlig konsekvens av kørelaterte forsinkelser i disse områdene er at større deler av trafikken over Karmsundet vil foretrekke T-forbindelsen. Vi vet imidlertid at reisekostnadsvurderingen uansett sender Karmøytrafikk gjennom T-forbindelsens vestre og østre gren når den er relatert mot Mjåsundområdet og lokasjoner lengre sør. Køproblemer vil derfor mest sannsynlig primært påvirke trafikk som alternativt til Karmsundbrua velger forbindelsen via vestre og nordre T-gren. Det er ikke åpenbart at virkningene for trafikken på det østre bompengegreinet blir av noen vesentlig betydning.

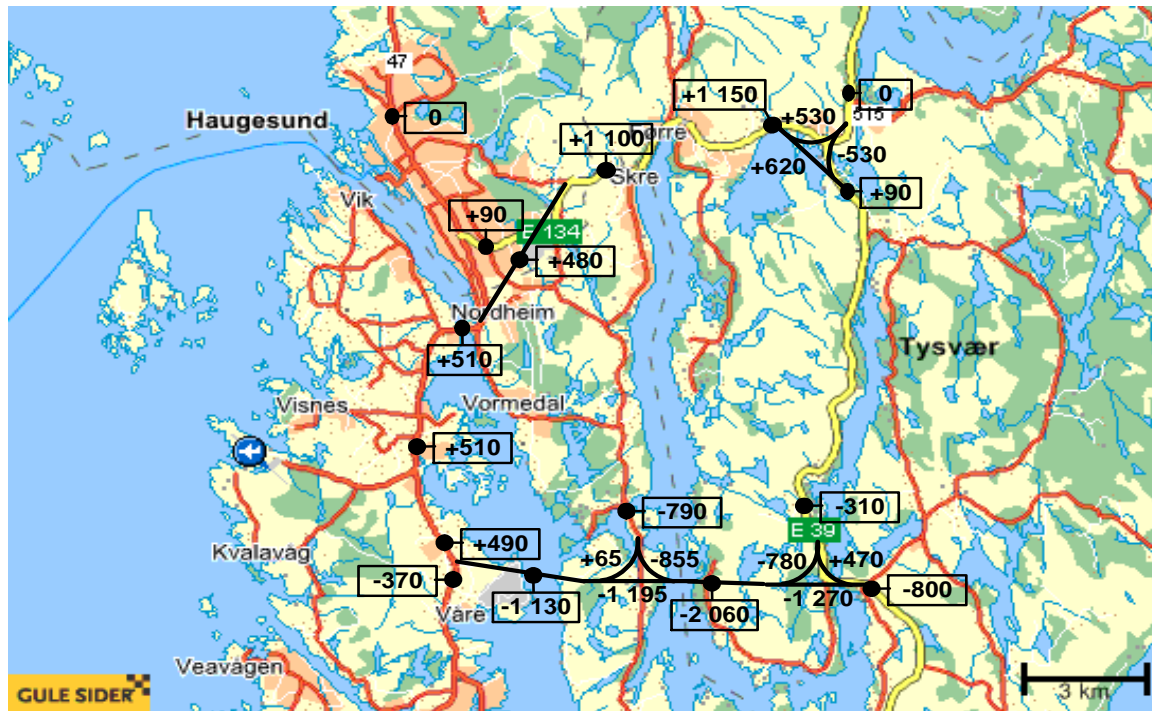
Det er for øvrig en rekke andre momenter som også kan påvirke trafikk grunnlaget for en bompengestasjon på østre gren av T-forbindelsen i ulike retninger. Noen slike momenter er:

- Haugaland næringspark med disponibelt areal på 5000 dekar er under etablering i Tysvær kommune, ved utløpet av østre gren i T-forbindelsen. Anslått byggestart ved årsskiftet 2007/2008.
- Nedleggningen av ferjedrift fra Skudeneshavn til Mekjarvik er ikke spesifikt omhandlet i trafikknodatene. Noe trafikk vil overføres herfra til T-forbindelsen. Det fremgår ikke at det er justert for dette i RTM.
- Undersjøiske tunneler kan ha avskrekkingseffekt på noen potensielle brukere. I kombinasjon med gode omkjøringsalternativ kan dette påvirke trafikkvolumet.
- Planlagt nedbygging av aktiviteten ved Hydro Karmøy fabrikker i forbindelse med utfasing av Søderbergovnene kan redusere trafikken noe.



Figur V4.3 Trafikkendringer ved introduksjon av T-forbindelse i RTM. Ingen bompenger på T-forbindelse, 10 kroner i Haugalandpakken.

Noter: RTM-beregnet trafikk i veipunkt angis i innramming. Rutefordelt trafikk i kryss er uinnrammet og dekker T-kryss, Mjåsund og Aksdal.



Figur V4.4 Trafikkendringer ved innføring av bompenger: 20 kroner på T-forbindelse, 10 kroner i Haugalandpakken.

Noter: RTM-beregnet trafikk i veipunkt angis i innramming. Rutefordelt trafikk i kryss er uinnrammet og dekker T-kryss, Mjåsund og Aksdal.

V5. Metode for datainnsamling og usikkerhetsanalyse

Under dette punktet er arbeidsprosess, metode og verktøy/beregninger for usikkerhetsanalysen beskrevet.

Datainnsamling og gjennomføring

Analysen er basert på dokumentgjennomgang, en gjennomgang av prosjektets opprinnelige anslag med prosjektorganisasjonen, sammenligning med referansetall, idémyldringer i arbeidsgrupper for identifikasjon av nye usikkerheter og møter med enkeltpersoner og grupper fra prosjektorganisasjonen. Som grunnlag for enkelte vurderinger er eksternt spisskompetanse hentet inn. Ved oppbygning av grunnkalkylen og vurdering av usikkerhet benyttes referansetall fra tidligere prosjekter (se Vedlegg V7) i tillegg til prosjektspesifikke vurderinger.

KSG tar utgangspunkt i prosjektets opprinnelige usikkerhetsanalyse, og lager en egen modell på grunnlag av denne. I gruppemøter og intervjuer blir prosjektorganisasjonen utfordret på bakgrunnen for og innholdet i sine anslag og kostnadsposter. Fokus legges på de største postene og postene som bidrar med størst usikkerhet.

Kostnadspostene vurderes enkeltvis, basert på erfaringstall fra tidligere gjennomførte sammenlignbare prosjekter. Til grunn for vurderingene ligger prosjektets dokumenter, rapporter fra etaten, KSGs erfaringer fra tilsvarende prosjekter, ekspertuttalelser samt annen offentlig tilgjengelig bransje- og markedsinformasjon.

Identifikasjon av trusler og muligheter utover anslaggruppens funn gjøres ved idédugnad med og uten prosjektgruppen. Allerede identifiserte hendelser og usikkerhet i kostnadsestimatene vurderes også på nytt.

Modellen

Modellen er bygget opp med utgangspunkt i prosjektets opprinnelige anslag for å sikre gjenkjennelighet og bedre grunnlaget for sammenligning, men brytes ned ytterligere eller bygges opp annerledes der dette finnes hensiktsmessig.

Prosjektet er delt inn i kostnadselementer i gruppene A, B, C, D, P etter Statens vegvesens håndbok 217. Elementene i grunnkalkylen skal dekke usikkerhet og variasjoner i mengde, basert på visse valg av konsepter. Enkelte av postene samvarierer sterkt, og disse er korrelert i modellen for å kompensere for tap av statistisk usikkerhet ved for detaljert nedbrytning. Usikkerhet som virker på kalkyleelementene er beskrevet gjennom utenpåliggende faktorer F og hendelser H.

Faktorene virker på utvalgte kostnadselementer med en prosentvis variasjon - økning eller minking ut fra om det er risiko for overskridelser og/eller muligheter for innsparing.

Hendelsene er ikke koblet direkte til elementer, men er vurdert ut fra en mulig total konsekvens på prosjektet og en sannsynlighet for at de inntreffer - risikoen/muligheten (sannsynlighet * konsekvens) legges til totalsummen.

Beregning

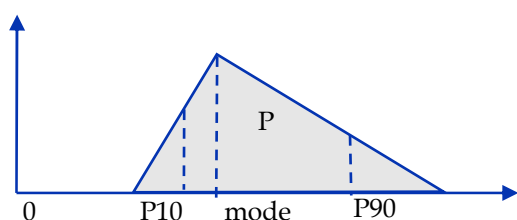
Analysen er gjort i et MS Excel-basert verktøy utviklet av KSG for denne typen oppdrag. Fra de samme inngangsverdiene beregnes modellen med simulering og med en forenklet Trinnvis Kalkulasjons-modell slik at en får en automatisk kontroll av resultatene. Tallene som er presentert i denne rapporten er basert på simuleringen.

Kalkylen beregnes som en sum av ulike posters fordelinger som vist i Figur 11-1

(A, B, C, D, P - Kalkyleelementer) + (F-faktorens bidrag på kalkyleelementene) + (H - Hendelser)



Figur 11-1: Summering av kalkylemodell



Figur 11-2: Trekantfordeling med tripplestimat.

Alle poster, faktorer og hendelser er gitt en sannsynlighetsfordeling som er beskrevet med et tripplestimat - P_{10} , mode⁶ og P_{90} . For simuleringen er en enkel trekantfordeling (se Figur 11-2) valgt for å kunne benytte disse inngangsverdiene, og for trinnvismodellen brukes Erlang-fordelingen (en versjon av gammafordelingen).

Hendelsesusikkerheten gis en binærfordeling. Dette er beskrevet spesifikt i avsnittet om behandling av hendelser under.

Kalkyleelementer

Alle elementene er beskrevet med et tripplestimat som vist over. For kalkyleelementene kan dette være mengdeestimer og kr pr mengde, som multipliseres opp til en total kostnadsfordeling pr post som eksempelet i Figur 11-3.

Poster	enhet	P_{10}	Mode	P_{90}	dE	E	σ	
A2	Hovedveg, 4-felt, 16 m	m	530	540	550	540	11 469 421	1 503 635
		Kr/m	18 000	20 000	25 000	21 240		

Figur 11-3: Eksempel på beregning av kostnadspost A2. (hentet fra analysen)

I kolonnen **dE** legges en fordeling for hvert tripplestimat. I tilfeller der en har mengde og pris pr mengde, som i eksempelet i Figur 11-3, ganges disse sammen til en totalfordeling for posten i kolonne **E**. Disse fordelingene summeres opp til en totalsum for kalkylen. F-faktorenes beregnes for seg med deres totale bidrag på postene ved å gange F-fordelingen med postens fordeling.

Faktorberegning

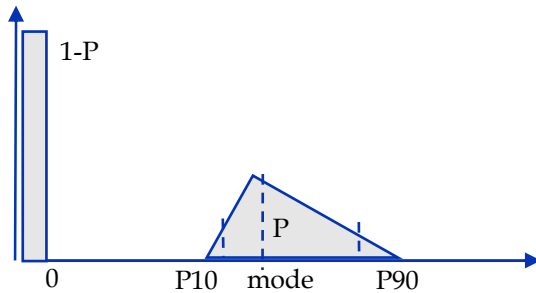
⁶ Mode = Mest sannsynlige verdi, toppunktet til fordelingsfunksjonen

Beregning av en faktors påvirkning skjer ved multiplisering av de to fordelingene. For å kunne isolere bidraget til F, benyttes kun den prosentvise endringen. Det medfører at dersom faktoren er oppgitt som variasjon rundt 1, vil regnestykket for posten A2 se slik ut:

$$\text{Bidrag_fra_F_på_posten_A2} = E_{A2} * (F-1).$$

Behandling av hendelser

Hendelser er definert som binære fordelinger der hendelsen vil inntreffe med en gitt sannsynlighet.



Figur 11-4: Binær hendelse, beskrevet med en sannsynlighet P for at den inntreffer og en fordeling for kostnadskonsekvensen dersom dette skjer.

Dersom den inntreffer, er fordelingen til kostnadseffekten beskrevet med et tripplestimat. Kostnadskonsekvensen kan for eksempel beskrives med en trekantfordeling som vist i fremstillingen i Figur 11-4.

Det er P % sannsynlig at kostnaden ligger innenfor trekantfordelingen, og (1-P) % sannsynlig at den ikke inntreffer i det hele tatt og kostnaden blir 0.

V6. Usikkerhet

Dette vedlegget beskriver usikkerhetsfaktorer og hendelser som inngår i KSGs analyse.

Usikkerhetsfaktorer

Usikkerhetsfaktorene som etter KSGs vurdering gjelder for prosjektet er beskrevet i tabellene som følger. Referanse til prosjektets egen notasjon på faktorene er gitt for sporbarhet.

UF01 (F1) – Prosjektplanlegging/Prosjektering			
Trusler/ muligheter:	<p>Prosjektet kan ha oversett elementer som gjør at omprosjektering på deler av prosjektet blir nødvendig, og/eller endringer må forhandles inn i prosjektet.</p> <p>Prosjektgruppen har hatt god tid til å planlegge prosjektet, og de fleste forhold er avklart. Tilgang til nødvendig kompetanse har vært god.</p> <p>I kostnadsestimatene er det allerede tatt høyde for et visst volum av omprosjekteringer og endringer i prosjektet. Dersom prosjektets planer har god nok kvalitet, vil kostnadene knyttet til omprosjekteringer og endringer være lavere enn budsjettet.</p>		
Estimat	Nedre	Mest Sannsynlig	Øvre
Vurdering:	God planlegging gir færre endringer enn angitt i postene.	Noen endringer og omprosjekteringer vil forekomme. Disse er det tatt høyde for i de enkelte poster.	Størrelse og kompleksitet gjør det vanskelig å planlegge for alle utfordringer prosjektet møter.
Kvantifisering:	0,99	1,00	1,02
Resultat (MNOK):	E _{UF1} = 5 σ _{UF1} = 13		Virker på alle elementer
UF02 (F2) – Prosjektorganisering/Styring			
Trusler/ muligheter:	<p>Prosjektleder og byggeledere er allerede tilsatt. Kontrollingeniører (6 stk) er planlagt tilsatt april 2008. En geolog og en elektroingeniør vil også være i den faste byggherreorganisasjonen. Prosjektet vil derfor kunne være tidlig oppbemannet og få på plass styringssystemet før prosjektet startet opp august 2008.</p> <p>I regionen er det i de neste 15-20 årene planlagt flere store veiprosjekter, noe som kan gjøre det attraktivt for flere entreprenørselskaper å etablere seg i regionen. T-forbindelsen vil være et attraktivt prosjekt for entreprenører, og tidsfasingen av prosjektet gjør at det ikke kommer i konflikt med andre store tunnelprosjekter i regionen.</p> <p>Det vil bli stilt krav til at prosjektet har ansatt en geolog, men antall geologer på markedet er svært begrenset. Det er et generelt stort press på arbeidsmarkedet på den kompetansen som prosjektet trenger, noe som kan medføre færre faste ansettelser mot en større andel konsulenter. En viss bruk av konsulenter er det tatt høyde for.</p> <p>T-forbindelsen er oppdelt i to hovedentrepriser som består av tunnel, veg og konstruksjoner og to entrepriser for henholdsvis elektroarbeid og fasadeisolering. Dette gir færre grensesnitt, bedre oversikt over prosjektorganisasjonen og derigjennom gode muligheter for enklere koordinering og samarbeid. "Haugalandpakken" skal opprette en egen rigg samtidig som T-forbindelsen. Det er en intensjon at disse kan dele rigg, noe som vil være besparende for begge parter. Dette er foreslått som en femte entrepris.</p>		
Estimat	Nedre	Mest Sannsynlig	Øvre
Vurdering:	Får den kompetansen som kreves tidlig, og ressursene forblir i prosjektet gjennom hele prosjektperioden. Felles rigg med Haugalandpakken, og lavere andel og/eller pris på konsulentbistand. Enkel entreprisoppdeling, samme entreprenør på K1 og K2.	Prosjektet blir oppbemannet i henhold til plan og med nødvendig kompetanse, herunder noen konsulenter. Forskjellig entreprenør på K1 og K2. T-forbindelsen må besørge egen rigg.	Et stramt arbeidsmarked gjør at andelen konsulenter må økes, og prisen på disse blir høyere enn antatt. Prosjektet vil oppleve frafall av ressurser underveis og viktig kunnskap går tapt. Samarbeidsproblemer mellom aktørene.
Kvantifisering:	0,98	1,00	1,03
Resultat (MNOK):	E _{UF1} = 5 σ _{UF1} = 22		Virker på alle elementer

UF03 (F3, F10) – Grensesnitt			
Trusler/ muligheter:	<p>Prosjektet har en rekke grensesnitt som må håndteres, både innad og eksternt. Eksterne er for eksempel Haugalandpakken, Næringsparken, entreprenører, kommuner, og beboere som berøres av prosjektet. En del avtaler er allerede inngått eller enighet er nådd, og usikkerheten reduseres for disse der de lå inne med en verdi i anslaget.</p> <p>Følgende tekniske grensesnitt må håndteres:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rundkjøringer osv som er tatt ut av T-forbindelsen og forutsatt lagt i Haugalandpakken. Dette er ikke endelig avklart. • Alle endepunkter i traseene. • Vanntilkobling og strøm ved Næringsparken, Karmøy og Hellevik. • Et eget basseng må anlegges dersom vanntilkobling blir forsinket. • Kollektivterminal for busselskap. • Vannrør gjennom tunnel (Karmøy og Tysvær Kommune). • Hydros anlegg på Karmøy. • Utslippstillatelser. • Støydempning hos berørte husstander. • Sikker håndtering av anleggstrafikk ved barneskole. <p>Blant de kommersielle grensesnittene er det spesielt grensesnittet mellom K1 og K2 (Tuastad bru), samt K1 og K3 som må koordineres spesielt.</p>		
Estimat	Nedre	Mest Sannsynlig	Øvre
Vurdering:	Håndteringen av alle avtaler går problemfritt og raskt. Oppnår god besparelser gjennom deling av utgifter.	Avtaler som diskutert, men enda ikke er signert, kommer i orden slik prosjektet har planlagt. Få entrepriser byr ikke på store grensesnittutfordringer.	Prosjektet berører mange parter, og det er fortsatt flere avtaler som ikke er signert. Uventede kostnader dukker opp. Størrelsen på prosjektet gjør at mange parter er involvert, og problemer i grensesnittene vil medføre kostnader og forsinkelser.
Kvantifisering:	0,99	1,00	1,03
Resultat (MNOK):	$E_{UF1} = 3$ $\sigma_{UF1} = 5$	Virker på D og enkelte elementer i A, B og C (Elektro).	

UF04 (F4) – Geologi/Grunnforhold			
Trusler/ muligheter:	<p>De geologiske forholdene for den undersjøiske tunnelen anses for å være svært krevende. Dette fordi en antar at bergkvaliteten vil være mye den samme som Statpipe tunnelen som ble bygget i 1982-83. Her ble forholdene beskrevet som jevnt over vanskelige, til dels svært vanskelige. Det viste seg også at forholdene jevnt over var dårligere enn det de seismiske forundersøkelsene hadde indikert. De seismiske undersøkelser som er gjennomført i forbindelse med T-forbindelsen tyder i tillegg på at fjellkvaliteten er enda dårligere enn forholdene ved Statpipe-tunnelen. Tatt i betraktning at T-forbindelsen også har et betydelig større tverrsnitt enn Statpipe-tunnelen (27m² mot 65m²), mener Sintef at prosjektet har relativt høy vanskelighetsgrad.</p> <p>Norges Geotekniske Institutt (NGI) har påpekt at det geologiske grunnlagsmaterialet ikke er av god nok kvalitet for å kunne gi et kostnadsanslag innen +/- 10 %. Spesielt er det stor usikkerhet omkring bergkvaliteten på deler av strekningen under Karmsundet og Førdesfjord, der rundkjøringen på kote -60m på Fosen er plassert, samt under Litlavatnet. Nødvendig drivemetodikk og sikringsmengder er derfor svært usikker. Spesielt rundkjøringen, der det vil være spenn på 30 meter, er avhengig av at bergkvaliteten er god, noe som i liten grad er sikkert.</p> <p>NGI mener at kostnadmessig usikkerhet knyttet til geologi vil kunne reduseres betraktelig dersom det gjennomføres kjerneboringer som forundersøkelser. Kjennskapen til bergmasseforholdene ville bli betraktelig bedre, og en ville bedre kunne forutsi hva som må forventes av driverforhold og sikringsomfang. For gjennomføringssikkerhet er det tilstrekkelig med kjerneboring på stoff.</p> <p>De geologiske forholdene langs traseen til de to landtunnelene er også i liten grad undersøkt.</p>		
Estimat	Nedre	Mest Sannsynlig	Øvre
Vurdering:	<p>Fjellforholdene i den undersjøiske tunnelen er vesentlig bedre enn ventet. Det trengs langt mindre tung sikring, vann- og frostsikring, og drivehastigheten er høyere enn antatt. Bergkvaliteten er god der rundkjøringen er plassert.</p>	<p>Forholdene er i stor grad de samme som for Statpipe. Mengden tung sikring og fremdriftshastighet blir som forutsatt. Drivingen av landtunnelene går som planlagt.</p>	<p>Bergkvaliteten er vesentlig dårligere enn antatt. I deler av strekningen må andre dyrere og mer tidkrevende drivemetoder, som for eksempel frysing, benyttes. Det blir mye gjenstøping av stoff, korte salvelengder og fjellet tåler i liten grad sjokk fra sprenging. Bore- og ladevansker. Det vil kreves full vann- og frostsikring. Dårlig fjell ved rundkjøringen medfører lav drivehastighet og full utstøping. De to landtunnelene har dårligere bergkvalitet enn antatt.</p>
Kvantifisering:	0,92	1,04	1,17
Resultat (MNOK):	E _{UF1} = 33 σ _{UF1} = 78		Virker på tunnelementene

UF05 (F6) - Marked/konjunkturer			
Trusler/ muligheter:	<p>Den systematiske markedsusikkerheten er drøftet spesielt i Vedlegg 7 Referansesjekk. Hovedpunktene i drøftingen er tatt med her:</p> <p>Tidsperspektivet (1 år) tilsier at en vurdering av markedet i dag og forventet utvikling i året som kommer gir bedre grunnlag for anslag av markedsusikkerhet enn det statistiske resultatet fra veilederen. Det er nå svært høy aktivitet i anleggsbransjen og prisene er derfor presset. Dette gjelder tilgang på materialer og arbeidskraft så vel som entreprenørers og underentreprenørers fortjenestemarginer. Spesielt gjelder dette innen elektro, som også er aktører i byggebransjen. På den annen side er det fortsatt noe kapasitet i anleggsbransjen.</p> <p>Prosjektspesifikk usikkerhet:</p> <p>T-forbindelsen er et stort prosjekt med høy kompleksitet. Prosjektet er av middels varighet, men langt nok til å være interessant for større entreprenører. Prosjektet er delt i to store (K1 og K2) og to mindre entrepriser (K3 og K4) samt eventuelt en entrepris for felles rigg med Haugalandpakken. Spesielt K1 vil kun de aller største entreprenørfirmaene ha evne og kapasitet til å gjennomføre, mens K2 også vil kunne utføres av mindre entreprenørfirmaer. Alle de største entreprenørfirmaene som regnes som kandidater for K1 er allerede etablert i regionen.</p> <p>Prosjektet regner med at dersom store riksdekkende entreprenører får kontraktene vil disse engasjere mindre lokale underentreprenører. Det lokale markedet har en noe større ordresreserve enn landet for øvrig.</p> <p>T-forbindelsen vil kunne anses som et attraktivt og viktig prosjekt for entreprenører med tanke på å kunne få etablere seg mot en rekke andre store tunnel- og veiprojekter som skal gjennomføres i regionen de kommende 15-20 årene.</p> <p>Planlagt prosjektperiode passer godt med andre store prosjekter i landsdelen. Flere større prosjekter i området er i siste fase slik at store entreprenører som er etablert i området kan gå rett over på T-forbindelsen.</p> <p>Mangelen på geologiske undersøkelser og rapporteringen av disse tilsier at kvaliteten på konkurransegrunnlaget vil kunne tolkes ulikt av tilbyderne samtidig som at mangelen på informasjon vil prisen inn i tilbudet.</p>		
Estimat	Nedre	Mest Sannsynlig	Øvre
Vurdering:	Stor konkurranse og interesse i markedet.	Reell konkurranse med flere enn en tilbyder. Stor aktivitet i anleggsbransjen presser prisene på arbeidskraft og materialer opp. Dette dekkes av Byggekostnadsindeks for veganlegg (BKI); men det antas at denne ikke fanger opp effekten av endrede fortjenestemarginer og produktivitet.	Frykter at entreprenørene beregner seg stor margin for å kompensere for usikkerheten i geologi. Stor aktivitet i anleggsbransjen gir en enda høyere prisvekst på arbeidskraft og materialer enn det som dekkes av BKI, samtidig som at BKI ikke fanger opp effekten av endrede fortjenestemarginer og produktivitet. Den høye aktiviteten i oljeindustrien vil bidra til at priser på arbeidskraft og materialer presses opp. Hett marked og konkurranse med oljeindustri.
Kvantifisering:	0,95	1,02	1,15
Resultat (MNOK):	$E_{UF1} = 49$ $\sigma_{UF1} = 80$	Virker på A-D.	

UF06 (F7) - Nye retningslinjer/normaler			
Trusler/ muligheter:	Den senere tids økte fokus på tunnelsikkerhet har endret krav til tunnelbygging. Flere av antatte krav er innført før ferdigstilling av denne analysen. (Krav om "byggherrens halvtime" er flyttet til grunnkalkylen pkt. C3.) Statens Vegvesen har nylig utgitt en ny Håndbok 021 Vegtunneler, men er enda ikke gjort gjeldene. Hvorvidt nye krav i denne vil gjelde for T-forbindelsen er derfor usikkert.		
Estimat	Nedre	Mest Sannsynlig	Øvre
Vurdering:	Mulighet for å få godkjent fravik om krav til inspeksjonsrom: sikre "på knøl". (Rett på fjellet)	Krav om inspeksjonsrom i tunnel gir antatt ekstrakostnad på mellom 1500 og 2500 kr/m). I tillegg kan andre kostbare sikkerhetskrav dukke opp.	Samme som mest sannsynlig, usikkerhet omkring hvor stort kostnadsutslaget blir.
Kvantifisering:	1,0	1,02	1,04
Resultat (MNOK):	$E_{UF1} = 16,5$ $\sigma_{UF1} = 13,4$ Virker på tunnelementer		

UF07 (F5, F8)- Massedisponering			
Trusler/ muligheter:	T-forbindelsen får et stort masseoverskudd. Det er flere interessenter i nærområdet som ønsker dette og de stiller lave krav til massens kvalitet. Prosjektet er i dialog med flere av disse og har planer for hvordan massen kan transporteres, med leker (fra Hellevik) og med lastebiler. Det foreligger ingen signerte avtaler per august 2007. Prosjektet har tidligere fått godkjent et mellomlager for overskuddsmasse i Hellevik, men om dette fortsatt kan benyttes er ikke helt avklart, men kan mest sannsynligvis det.		
Estimat	Nedre	Mest Sannsynlig	Øvre
Vurdering:	Prosjektet får dekket alle transportutgifter og betaling for deler av massen.	Transportutgiftene deles mellom prosjektet og mottaker. Får betalt for deler av massen.	Prosjektet må dekke transportkostnadene, og transporten blir lengre enn antatt. Det er ikke mottakere for all masse, et deponi eller mellomlager må etableres.
Kvantifisering:	0,95	0,97	1,01
Resultat (MNOK):	$E_{UF1} = (-16)$ $\sigma_{UF1} = 17$ Virker på tunnelementene.		

UF09 (F15) - Uspesifisert			
Trusler/ muligheter:	Usikkerheten representerer kostnadselementer som vanligvis tilkommer, men som på nåværende tidspunkt ikke kan spesifiseres eller som man ikke kjenner til. Statens Vegvesens Håndbok 217 vurderer denne faktoren til å ligge mellom 3 % og 7 % for et prosjekt på reguleringsplansnivå. Prosjektet viser et mer presist detaljningsnivå på dette tidspunktet enn det Håndbok 217 sine faktoranslag tilsier.		
Estimat	Nedre	Mest Sannsynlig	Øvre
Vurdering:	Prosjektet er veldefinert og har kommet langt i sin planlegging. Det er tatt høyde for uforutsette hendelser i postene, noe som gir rom for besparinger dersom disse inntreffer i mindre grad enn forventet.	Prosjektets kompleksitet gir store muligheter for at ufortsette hendelser inntreffer, men som i liten grad kan planlegges for.	Kompleksitet, spesielt med å drive den undersjøiske tunnelen er større enn antatt, og forundersøkelser og prosjektering av nye løsninger må gjennomføres. Det avdekkes behov for endringer etter oppstart.
Kvantifisering:	0,98	1,03	1,05
Resultat (MNOK):	$E_{UF1} = 20$ $\sigma_{UF1} = 31$ Virker på alle elementer		

Hendelser

Tabell 11-3 - Oversikt over hendelser (alle tall i MNOK). N-S-Ø betyr Nedre, Mest sannsynlig og Øvre anslag.

nr	Navn	Beskrivelse	Sanns. (%)	Anslag N-S-Ø	E	σ
H1	Streik	Regulært hvert 2. år. Streik kan inntreffe hos byggherre, entreprenør, underentreprenør eller leverandører. Konsekvens er force majeure i kontraktsbestemmelsene. Én måneds full kompensasjon tilsvarer ca MNOK 20.	2	1-5-20	0,2	1,2
H2	Ras i tunnel	Grunnbrudd, svelleire eller ras i forbindelse med bruddsone. Når entreprenøren overser at bruddsone starter, og går inn uten å endre fremdriftsmåte. Det forutsettes gode varslingsrutiner ved overgang til andre bergarter.	10	1-5-15	0,7	2,1
H3	Arbeidsulykke som medfører stans i arbeidet	Skade på person (fall, klem, kutt osv). Kostnadene ved retting av ulykken og kostnader ved stans i arbeidet. Sannsynlighet basert på tall fra Arbeidstilsynet. Vi legger til grunn at skader som medfører alvorlig skade eller død (skadekategori 3 og 6 hos Arbeidstilsynet) medfører stans. En stans koster kr 200 000 pr dag (rigg og byggherrekostnader forutsatt 2 år byggetid). Gjennomsnittlig stans varer 1 dager. Kort stans er 0 dager og lang stans er 10 dager.	35	0-(0,2)-2	0,3	0,3
H4	Ekspløsjon/brann i tunnel	Brann i utstyr eller eksplosjon ved håndtering av eksplosiver, ladning eller sprengning.	5	1-5-15	0,4	1,5
H5	Konkurs hos entreprenør ⁷	Hendelsen omfatter konkurs i en stor entrepris. Byggherre mister garantien på utført arbeid. Konsekvens er masse merarbeid samt problem med grensesnitt til andre entrepriser. Kan ha sammenheng med lav pris eller byggherres strenge kontraktvilkår. Kostnadskonsekvensen er blant annet avhengig av hvordan det blir behandlet av byggherren. Byggherre har bankgaranti og 10 % innestående.	1	1-2-10	0,04	0,4

⁷ FoU-prosjektet Byggherren i fokus skriver følgende om risiko i en totalentreprise: "Det er stor risiko for byggherren i tilfelle konkurs eller insolvens. Derfor er det viktig at den valgte totalentreprenøren har den nødvendige erfaring, kompetanse og økonomisk tyngde for gjennomføring av oppdraget. Konsekvensene av en mulig konkurs vil også kunne reduseres ved at byggherren sikrer seg rett til å tre inn i kontrakter med prosjekterende, underentreprenører og leverandører."

nr	Navn	Beskrivelse	Sanns. (%)	Anslag N-S-Ø	E	σ
H6	Ekstraordinære naturforhold	Uvær i perioder som vanskeliggjør anleggsvirksomhet. Ekstremvær. Gjelder vei i dagen, vanninntrengning, tele, ekstrem vind etc. Konsekvensen kan være forsinkelser og tilleggsarbeid.	2	0-2-5	0,05	0,3
H7	Forurenset vann	Forurensning kan oppstå etter utslipp av borevann, drivstoff og smøremidler. Ingen kjente oppdrettsanlegg. Det er viktig å gjennomføre tilstrekkelig med målinger av rent vann i forkant for å ha sammenligningsgrunnlag. Forespørsel om konsept og tiltak er sendt Fylkesmannen, men er ikke besvart. Søknad om utslippstillatelse er derfor ikke fremsendt. Det er planlagt en pumpeledning på 1200 m til Førlandsfjorden.	4	1-2-3	0,08	0,4
H8	Tunnel må drives i to løp over 500 meter	I kritisk sone under Karmsundet (metasandstein) må tunnellopet splittes i to løp for å drive mindre tverrsnitt og derved sikre gjennomførbarheten av prosjektet ⁸ .	2	7-10-15	0,2	1,5
H10	Får ikke tillatelse til massedeponi hos naboer til veggen (K2)	Vrakmasse må transporteres til et annet og godkjent deponi.	15	0,5-1,5-2	0,2	0,5
H11	Prosjektet blir utsatt eller forsinket oppstart	Geologiske tilleggsforundersøkelser medfører at prosjektet ikke fremsendes/godkjennes i 2007. Endrede forutsetninger i finansieringsplanen medfører ny politisk behandling i kommuner og fylke. Forsinkelse kan gi en besparelse pga økt fergeinntekt. Prosjektorganisasjonen må opprettholdes lengre, og forutsetninger for markedsusikkerhet er endret.	30	(-5)-0-5	0	2,0

8 Jfr. notatet fra Bjørn Helge Klüver 20.9.2006:

”Det bør vurderes om tunnelen i kritisk sone under karmsundet (metasandstein) bør splittes i to løp for å drive mindre tverrsnitt og derved sikre gjennomførbarheten av prosjektet. I denne forbindelse bør anbydere til tunnelarbeidene oppfordres til å foreslå hvordan sonen skal forseres på sikreste måte. Forslaget kan omfatte driving med både ett og to løp. Erfaringene fra statpipeprosjektet var at berget i sonen ikke tålte sprengningssjokk slik at rasutvikling var i gang straks etter at salven var sprengt. Dette ble taklet ved at heng/vederlag/vegg/stuff ble sprøytet straks etter sprengning, før utlasting fant sted. I et stort veggprofil vil dette gi seg sterkere utslag.”

V7. Referansesjekk

Som et ledd i usikkerhetsanalysen innhenter KSG kostnadstall fra relevante referanseprosjekter. Referansesjekken har som hensikt i gi økt konfidens i forhold til inngangsverdiene i analysen.

Bakgrunn og omfang

Referansesjekken konsentreres rundt de største kostnadselementene. For prosjektet Rv. 47 T-forbindelsen er det innhentet referansetall for følgende kostnadselementer:

Kostnadselement	Kilde	Utvalgt referansetall
A1 2-felts veg	1,3,4	Veger med bredde 7-11m og relevante Veiprojekt
A2 4-felts veg	1,3,4	Veger med bredde 3-22m og relevante Veiprojekt
A3 Lokalveier	1,3,4	Veger med bredde 7-11m og relevante Veiprojekt
A4 Rundkjøringer og kryss		
B1 Fotgjenger-/jordbruksunderganger	1,3,4,7,8	Kulverter med bredde 3-5m og lengde 8-30m
B2 Mellomstore kulverter	1,3,4,7,8	Kulverter med bredde 3-8m og lengde 8-30m
B3 Tuastad bru	1,3,4,7,8	Bruer 50-70m lengde
B4 Mykje, Soldal og Lindøy bru	1,3,4,7,8	Bruer 20-40m lengde
C1 Husafjell og Spannavardetunnelen	1,3,4,6,7,8	Landtunneler med ÅDT 1000-5000 med og uten ventilasjon
C2 Karmøytunnelen	1,3,4,5,6,7,8	Undersjøiske tunneler i Norge

Metode

Prosessen for referansesjekk er kartlagt som en del av KS-prosessen i KSGs metodeverk. Excel og @Risk er benyttet for å beregne verdier for referansetallene og tilpasse statistiske fordelinger. Det er beregnet for alle kostnadselementer i tabellen over. I dette vedlegget er kun beregningene for de største kostnadselementene og der referansetallene avviker fra SVVs anslag vist.

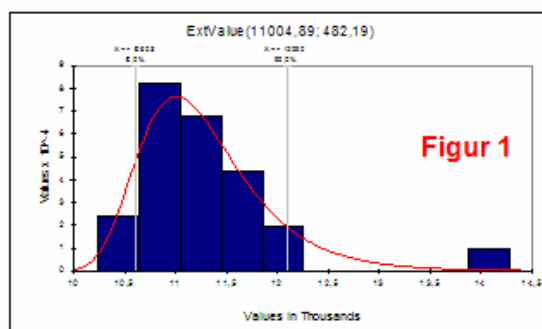
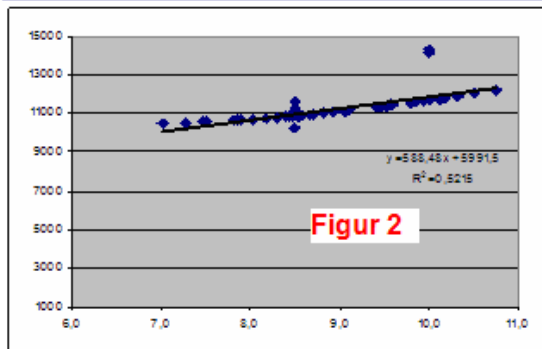
Først er data fra ulike kilder innhentet, deretter er ulike tilnæringsmetoder vektet for å få en gjennomsnittlig enhetspris, som vist i eksempelet under. Vektingen er basert på tilnæringsmetodens relevans.

Tilnæringer (forklaring til utregninger i referansesjekken):

1. Datagrunnlaget er tilpasset en fordeling i @Risk for å få en spredning fra 10 % til 90 % sannsynlighet. Verdiene er merket med 1. Fordelingen fra @Risk er vist i figur 1.
2. Enhetspriser fra entreprenør eller rådgivende ingeniør. Verdien er merket med 2.
3. Regresjonsanalyse. Benyttes der enhetsprisene varierer mye med for eksempel lengde eller bredde av enheten. Dette for å tilpasse til den aktuelle dimensjon. Verdien er merket med 3. Spredningsdiagrammet (figur 2) viser enkeltdataene med regresjonslinje.
4. Tall fra relevante og meget like enkeltprosjektet eller objekter. Verdien er merket med 4.

Til slutt er resultatene av referansesjekken for hvert element vist i forhold til SVVs anslag i figur 3.

EKSEMPEL



Utrekninger

@Risk	Vekt	0,5
P10	10 603	
Mode	11 005	
P90	12 090	

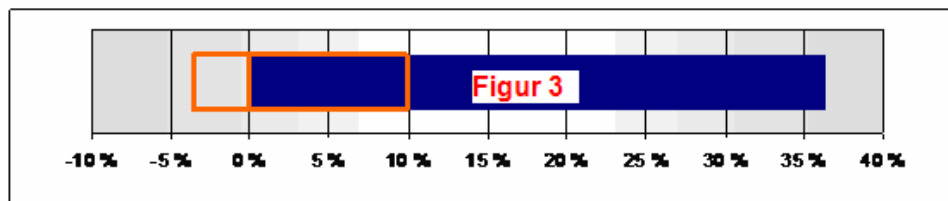
RIB/ENTR	Vekt	0
Mean	0	

Regresjon	Vekt	0,2
Verdi	10 994	

Relevante	Vekt	0,3
Kilde	Navn	kr/m ²
	6 RV35	11 096
	7 RV35	11 620
	9 RV35	10 237
	1 Hordaland	10 965
	1 Hordaland	11 102
Snitt		11 004

Vektet snitt	11 002
Standardavvik	730
Relativt standardavvik	7 %

Sammenligning mellom SVVs tall og referansetallene:



Datagrunnlag

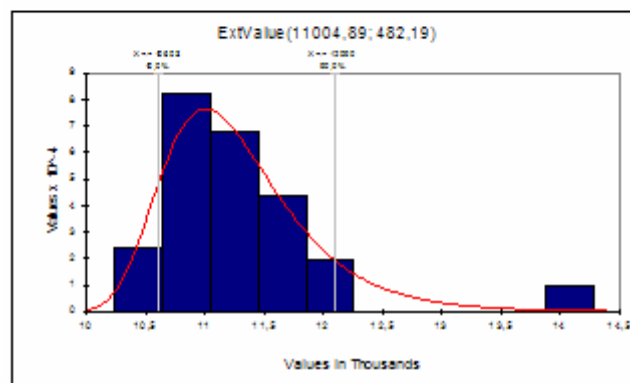
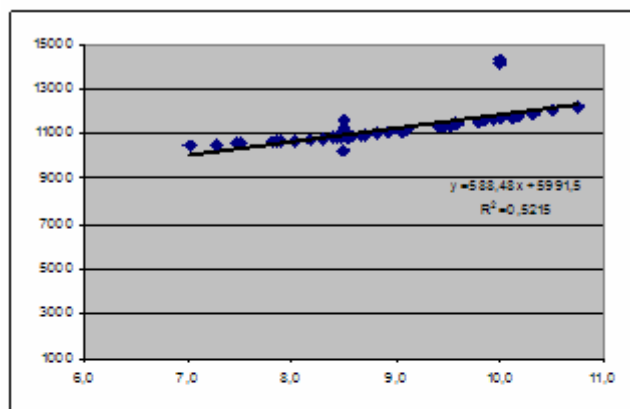
Datagrunnlaget for referansesjekkene er pr. d.d. variert, men noe mangelfullt. Dette skyldes lav tilgjengelighet på gode referansetall fra etaten. For prosjektet Rv. 47 T-forbindelsen er følgende kilder benyttet:

- Vegkapital 2004 – Beregning av gjenanskaffelsesverdien av riksvegnettet.
- Statistisk Sentralbyrå (SSB) – Byggekostnadsindeks for veganlegg (BKI). Kostnadsundersøkelsen. Vekter og representantvarer 2004.
- Statens Vegvesen (SVV) – Diverse tekniske og økonomiske sluttrapporter
- SVV - Prisoversikt bru-, tunnel- og vegbygging, bruvedlikehold og elektro 1998-2006. Gjennomsnittspriser i tilbud.
- SVV – Internetsider: www.vegvesen.no.
- Norges Geotekniske Institutt.

Tallene som finnes i ovennevnte kilder er av varierende kvalitet. Noen kilder viser faktiske sluttkostnader, mens andre viser anbudspriser eller anslag. Tallene er normalisert etter retningslinjene i SVVs håndbok 217 "Anslagmetoden". SSBs BKI (inkludert delindeksene "veg i dagen", "bru" og "tunnel") er benyttet for å omregne tallene til 2007-kroner.

Analyse og resultater

A1 2-felts veg



Utrengninger

@Risk	Vekt	0,5
P10		10 603
Mode		11 005
P90		12 090

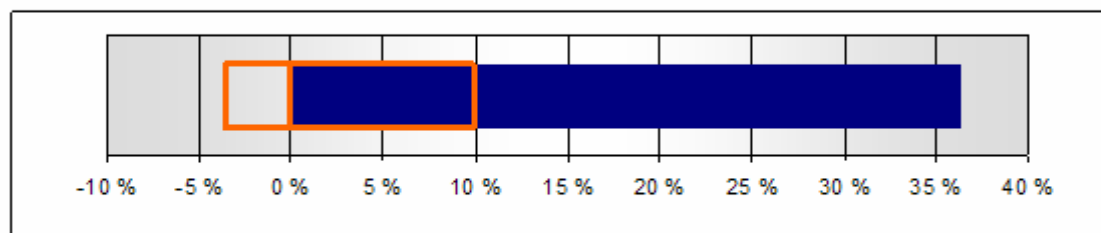
RIB/ENTR	Vekt	0
Mean		0

Regresjon	Vekt	0,2
Verdi		10 994

Relevante	Vekt	0,3
Kilde	Navn	kr/m ²
	6 RV35	11 096
	7 RV35	11 620
	9 RV35	10 237
	1 Hordaland	10 965
	1 Hordaland	11 102
Snitt		11 004

Vektet snitt	11 002
Standardavvik	730
Relativt standardavvik	7 %

Sammenligning mellom SVVs tall og referansetallene:



Blå stolpe: Spennet fra SVVs P10 til P90-anslag, relativt til referansetallenes mode.

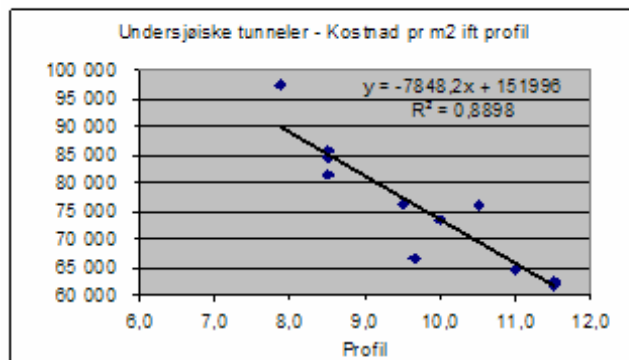
Orange ramme-stolpe: Spennet i referansetallene - P10 og P90 relativt til moden.

Vurdering:

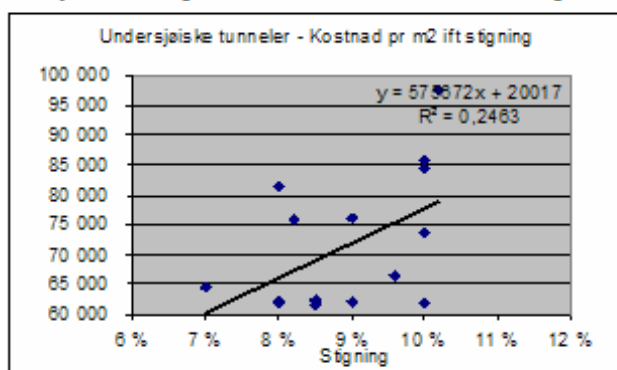
SVV ligger langt over referansetallene i anslaget.

Spennet er lagt høyere enn i referansetallene for å ta høyde for at prosjektets egne antagelser ligger over. DNV har lagt sitt anslag lavere enn SVV, men har gitt en større P90 for å omfatte SVVs mode i

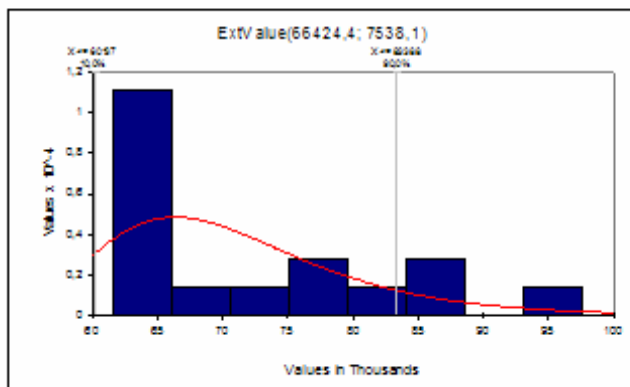
Undersjøisk tunnel



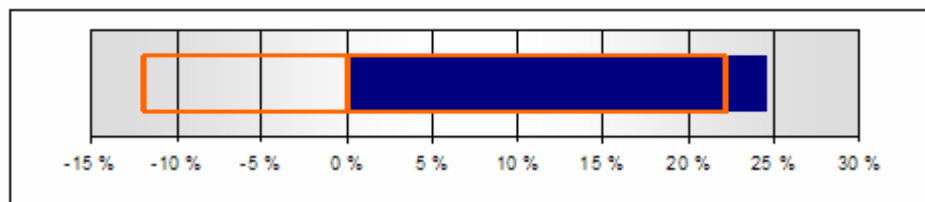
Det synes fra diagrammet over at tunneler blir rimeligere ved økt profil



En annen trend er at tunneler blir dyrere ved økt bratthet



Sammenligning mellom SVVs tall og referansetallene:



Blå stolpe: Spennet fra SVVs P10 til P90-anslag, relativt til referansetallenes mode.

Orange ramme-stolpe: Spennet i referansetallene - P10 og P90 relativt til moden.

Vurdering:

Referansetallene vurderes som gode. Referansetallene ligger litt over SVV sine tall, og spennet er større.

OBS - Tillegg for byggherrens halvtime kommer oppå denne enhetskostnaden

Utregninger

@Risk	Vekt	0,50
P10		60 137
Mode		66 424
P90		83 388

RIB/ENTR	Vekt	0,0
Mean		0

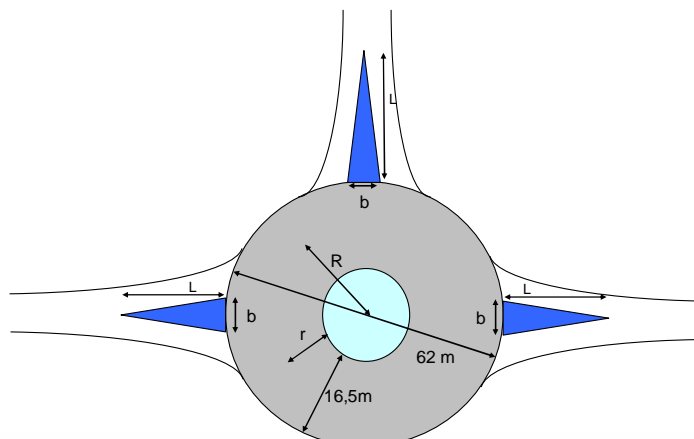
Regresjon	Vekt	0,00
Verdi		61 742

Relevante	Vekt	0,50
Navn		k r/m2
Eiksund		66 526
Atlantehavstunnelen (Averøy)		73 558

Snitt		70 042
-------	--	--------

Vektet snitt		68 233
Stdev		10 745
Rel. stdev		16 %

Beregning av kostnad for rundkjøring i fjell



VOLUM OG MÅL RUNDKJØRING

r =	8,25 m	Volum rundkjøring (inkl utvidelse av veibaner)	
R =	22,75 m	Smultring ($2\pi r^2 \cdot R$):	30 565 m ³ (grått)
L =	30 m	Utvidelse ($(L \cdot b \cdot h \cdot x)/2$):	2 835 m ³ (blått)
b =	9 m	VOLUM:	33 400 m³
h =	7 m (takhøyde)		
x =	3 stk (antall utvidelser (blå))	Omkrets (senter) på rundkjøringen	143 m

BREDE FOR FROSTSIKRING

Brede frostsikring 32 m bredt felt i taket

KOSTNADER RUNDKJØRING

vann og frostsikring	750 kr/m ²	4 512 m ²	3 384 008 kr
driving ved førebuande elektro	43 000 kr/m	414 kr/m ³	33 400 m ³
full utstøyping	81 065 kr/m	143 m	11 587 662 kr
sprøytebetong	3 200 kr/m ³	429 m ³	1 372 248 kr
boltar	400 kr/bolt	5 boltar/m	143 meter
			285 885 kr
SUM RUNDKJØRING			30 456 690 kr

KOSTNAD FOR VEG SOM SKAL TREKES FRA

Veger som krysser: 3 712 500 kr

SUM RUNDKJØRINGSPOSTEN

	30 456 690 kr, for hele rundkjøringen
-	3 712 500 kr, trukket fra for vegene som krysser (disse er i bergening for vegen)
=	26 744 190 kr (Antatt full utstøyping!!!)

evt: 15 156 528 kr, uten full utstøyping

Anslag:

P10:	15 MNOK	- uten full utstøyping
Mode:	20 MNOK	
P90:	26 MNOK	- tung sikring, full V/F-sikring, full utstøyping, 5 boltar pr meter

Markedsusikkerhet

T-forbindelsen er et stort prosjekt der kontraksstrategien retter seg mot store riksdekkende entreprenører, og eventuelt også det utenlandske entreprenørmarkedet. Entreprisen K1 er den største i omfang og kun de største entreprenørene vil kunne påta seg denne. K2 og elektroentreprisen K3 vil kunne håndteres av mindre entreprenører, men prosjektet mener det mer sannsynlig at store entreprenører vil påta seg også disse. Dermed konsentrerer denne markedsvurderingen seg om det norske markedet for entreprenører som helhet, men lokale forhold er tatt i betraktning med tanke på at en stor entreprenør vil kunne velge lokale underleverandører.

Det antas å være 4-5 entreprenører som er aktuelle for entreprisen K1. Det er høy aktivitet i bygge- og anleggsbransjen. SSBs ordrestatistikk viser at det er stor tilgang på nye prosjekter (ordretilgang) og ordreserven er stor. Ordrestatistikken er en konjunkturindikator som varsler om endringer i produksjonen framover i tid. Undersøkelsen kartlegger verdien på nye ordre mottatt i tellingskvartalet og ordrebeholdning ved utløpet av kvartalet, målt i løpende priser. SSB skriver om ordrestatistikken fra 1. kvartal 2007:

"Verdien av entreprenørenes beholdning av bygge- og anleggsprosjekter steg med 7 prosent i løpet av første kvartal 2007. Ordrebeholdningen var ved utgangen av kvartalet 19 prosent høyere enn på samme tid i fjor, målt i løpende kroner."

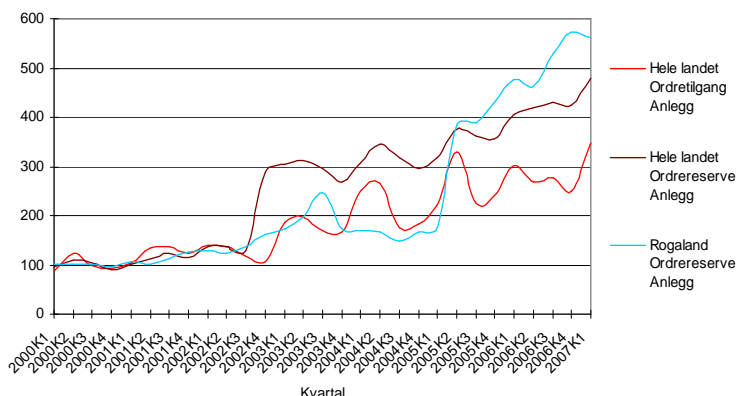
Utviklingen antyder at man kan vente fortsatt økt produksjon i bygge- og anleggsbransjen, jfr figur "Ordrestatistikk".

Økningen i ordretilgang og ordreserve har ført til at produksjonen i bygge- og anleggsbransjen har økt betraktelig, jfr figur "Produksjonsindeks anlegg". SSB skriver følgende 1. kvartal 2007:

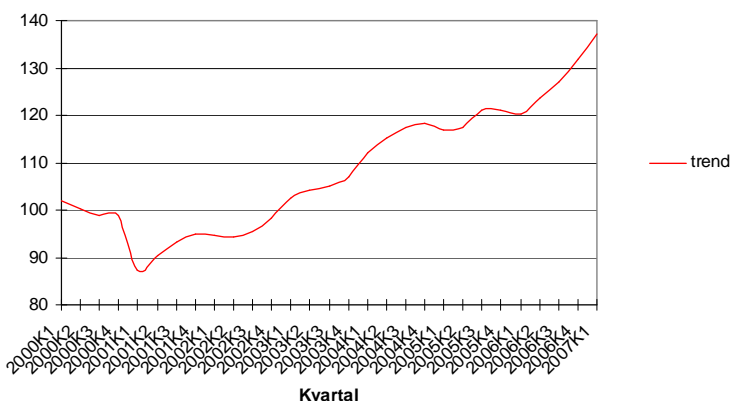
"Produksjonsveksten var størst innenfor anleggsvirksomheten. Fra 1. kvartal 2006 til 1. kvartal 2007 viser produksjonsindeksen en vekst på 12,6 prosent. Fra 4. kvartal i fjor til 1. kvartal i år viser den sesongjusterte indeksen en vekst i anleggsproduksjonen på 7,5 prosent."

Øket produksjon gir øket etterspørsel etter de innsatsfaktorer som kreves i produksjonen, det være seg arbeidskraft, materialer og maskiner. Utviklingen i disse innsatsfaktorene måles i SSBs BKI. Byggekostnadsindeksen måler prisutviklingen på innsatsfaktorene i bygge- og anleggsproduksjonen, slik som arbeidskraft, materialer, transport og maskiner. Dette er alle kostnadselementene som betales

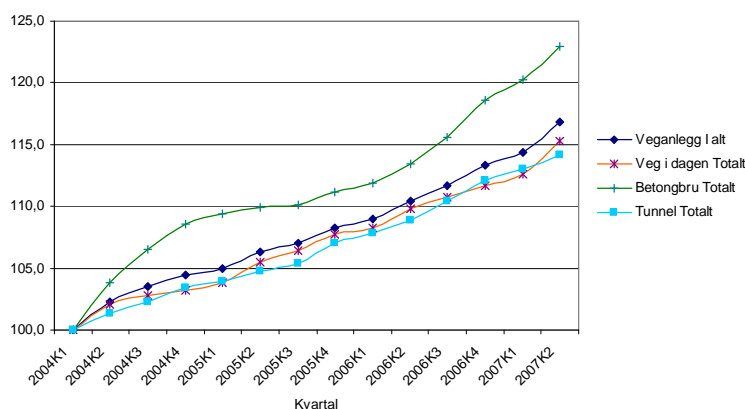
Odrestatistikk



Produksjonsindeks anlegg



Byggekostnadsindeks for veganlegg



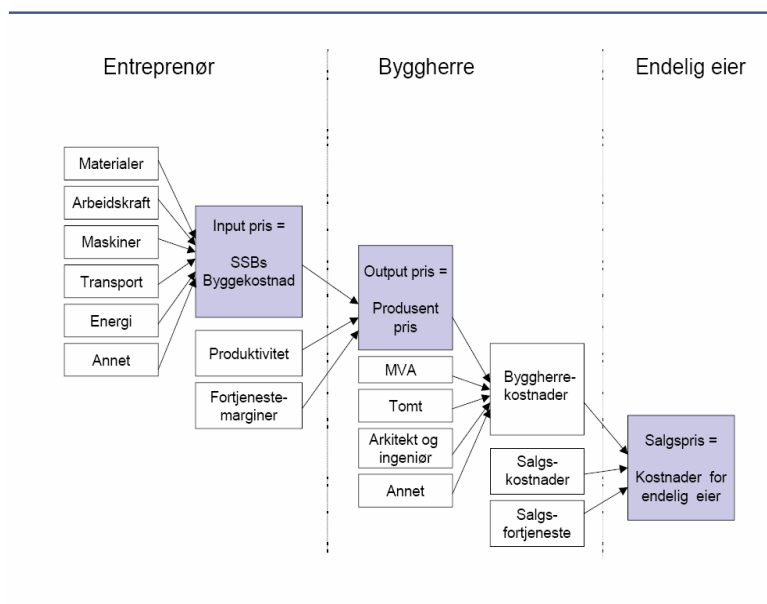
av entreprenøren. Byggekostnadsindeksen er en såkalt input prisindeks og justeres ikke for produktivitetsendringer og endringer i entreprenørens eller underentreprenørens fortjenestemarginer. Indeksen er derfor først og fremst egnet til å indeksregulere anleggskontrakter. Skal den brukes til å deflatere produksjonen eller til å justere budsjetter, må den korrigeres for endringer i næringens produktivitet og marginer i måleperioden⁹ for å komme frem til en outputindeks (produsentpris). Sammenhengen mellom prisbegrepene i bygge- og anleggsvirksomheten er illustrert i figuren under (SSB 2006).. SSB kommenterer utviklingen i byggekostnadene 1. kvartal 2007:

"Fra 1. kvartal 2006 til 1. kvartal 2007 steg byggekostnadene for veganlegg med 5,0 prosent, mens materialkostnadene økte med 5,2 prosent. Byggekostnadsindeksen for betongbru økte mest, med 1,3 prosent fra 4. kvartal 2006 til 1. kvartal 2007 og med 7,4 prosent siste år. Kostnadene for bygging av fjelltunnel og veg i dagen steg begge med 0,8 prosent siste kvartal, og er nå henholdsvis 4,7 og 4,0 prosent høyere enn for ett år siden."

Statistikken fra SSB viser et marked i vekst der innsatsfaktorene har øket i pris (spesielt stål) eller er mangelvare (arbeidskraft). I en pressemelding fra september 2006 legger Byggenæringens landsforening (BNL) til grunn at det vil bli en jevn vekst i anleggssektoren de kommende årene. Veksten i 2006 ser ut til å fortsette også i 2007 og 2008. Anleggssektoren skiller seg imidlertid fra bygg, ved at det er fortsatt er ledig kapasitet til å ta en ytterligere økning i aktivitetsnivået, i henhold til en pressemelding fra BNL til NTB i april 2007.

På bakgrunn av ovennevnte er det grunn til å tro at entreprisene K1, K2 og K3 i T-forbindelsen vil få tilbud fra de store riksdekkende entreprenørene, og kontraktsstrategien virker fornuftig. Dette understøttes av at en ytterligere oppdeling i mindre entrepriser for å treffe de mindre lokale entreprenørene kan synes å gi mindre konkurranse ettersom ordreserven for Rogaland er høyere enn landet for øvrig. På den annen side er prosjektets størrelse slik at selv store entreprenører vil ha kapasitetsproblemer, spesielt dersom de er avhengige av lokale underentreprenører.

Liten kapasitet og stor ordreserve taler for at fortjenestemarginene øker. Tilsvarende kan produktiviteten synke ved at entreprenørene baserer seg på mye innleid arbeidskraft som ikke er kjent med systemer og rutiner¹⁰. I tillegg kommer endringer i krav og veinormaler som indeksen ikke fullt ut klarer å korrigerer for. Det er derfor naturlig å forvente at tilbudene som vil bli gitt på nevnte entrepriser vil kunne ligge relativt høyt i pris i forhold til det BKI viser.



⁹ SSB 2004 Byggekostnadsindeks for veganlegg. Kostnadsundersøkelsen. Vekter og representantvarer 2004. A. Thommasen.

¹⁰ SSB 2006. Norges offisielle statistikk D363. Prisindekser for bygg og anlegg, bolig og eiendom 2006. Resultater og metoder. Kapittel 4.2 leser: "... Den sterke prisveksten skyldes ikke bare at byggenæringen har økt sine marginer og at produktiviteten trolig har gått ned...".

V8. Tilråding knyttet til geologiske forhold – Teknisk notat fra NGI

Innledning

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har av Det Norske Veritas AS v/ Roar Bjøntegaard fått i oppdrag å vurdere og kvalitetssikre geologiske rapporter og kostnadsanslag for prosjektet Rv 47 T-forbindelsen.

Følgende grunnlag ble i første omgang mottatt og vurdert i Teknisk notat 22 juni 2007:

1. Geologisk rapport, Statens vegvesen datert 2007-02-13
2. Undersjøiske tunneler, Sintef datert 1987-05-26 (vedlegg til geologisk rapport)
3. T-forbindelsen – Supplerende refraksjonsseismiske undersøkelser, Geomap datert 1998-06-04 (vedlegg til geologisk rapport)
4. Rv 47 T-forbindelsen – Supplerende refraksjonsseismikk, Geophysix datert 2005-01-01 (vedlegg til geologisk rapport)
5. Rapport fra kostnadsoverslag for Rv 47 T-forbindelsen (oppsplitting av element) datert 2007-04-30

I dette notatet ble det stilt spørsmål vedrørende det ingeniørgeologiske grunnlaget. I ettertid har NGI mottatt og vurdert følgende dokumenter:

6. T-forbindelsen. Evaluering av ingeniørgeologiske forhold, Sintef rapport datert 1998-03-05
7. Rv 47 T-forbindelsen. Vurdering av reviderte traseer for tunneler under Karmsundet og Førdesfjorden, Sintef notat datert 2003-12-17
8. Rv 47 T-forbindelsen. Overdekning undersjøiske tunneler, Sintef notat datert 2006-01-09
9. Oppdrag L-206A rapport nr 1: T-forbindelsen. Vurdering av tunneler under Karmsundet og Førdesfjorden, Karmøy og Tysvær kommuner. Veglaboratoriet 26 april 1995
10. Oppdrag L-L206A rapport nr 2: T-forbindelsen. Oppdatering av geologisk rapport for tunneler under Karmsundet og Førdesfjorden, Karmøy og Tysvær kommuner. Veglaboratoriet 5 desember 1995
11. Statens vegvesen notat "Kryssing av bruddsoner i Karmøysundet og Førdesfjorden" datert 1998-06-16
12. Notat "Vegtunneler Karmsundet og Førdesfjorden. Bergarter/Sikringsmengder/Kritiske punkter" datert 20.09.2006
13. Statens vegvesen notat "T-forbindelsen, utfyllende bestemmelser til godkjenning av fjelloverdekning" datert 07.11.2006
14. Statens vegvesen T-forbindelsen Sentralt styringsdokument Utgave nr 3 datert 30.04.2007
15. Statens vegvesen notat "T-forbindelsen – finansieringsplan" datert 02.05.2007

Våre vurderinger og kommentarer knyttes til mottatt grunnlag. Ytterligere anbudsgrunnlag er ikke kjent for NGI.

Innhold geologisk rapport og omfang av forundersøkelser

I følge Håndbok 021 Vegtunneler (Statens vegvesen, 2006), skal geologisk rapport som del av konkurransegrunnlaget inneholde følgende:

- Beskrivelse av geologiske, hydrogeologiske og geotekniske forhold langs tunneltraseen.
- Kart og lengdeprofil som viser forløp av bergartsgrenser og svakhetssoner samt bergoverdekning. Det skal klart gå fram om viste forløp er basert på undersøkelser, observasjoner eller tolkninger.
- Analyse av sprekke tetthet og sprekkeorientering.
- Gjengivelse av eventuelle måleresultater fra de utførte detaljundersøkelsene. Eventuelle henvisninger til rapporter der ikke medtatte resultater finnes.
- Spesielle lokale forhold som det bør varsles om.
- Referanseliste. Rapporter i referanseliste skal være tilgjengelige for eventuelt gjennomsyn.

Rapporten skal gi entreprenøren et grunnlag for egne vurderinger og tolkninger av geologiske forhold.

Publikasjon nr 101 (Vegdirektoratet 2003) "Riktig omfang av undersøkelser for berganlegg" gir retningslinjer for valg av omfang av forundersøkelser for et gitt prosjekt. Følgende er beskrevet om ingeniørgeologiske rapporter for anbud:

"Ved inngivelse av anbud på underjordsarbeider ønsker entreprenøren størst mulig kunnskap om følgende forhold:

- *Hvilke bergarter påtreffes?*
- *Opptreden av mulige knusningssoner og kryssende bergartsgrenser*
- *Borsynk og brytning*
- *Mulige strekninger med bore- og ladevansker*
- *Sannsynligheten for å påtreffe vann som skaper driftsproblemer og økte sprengstoffkostnader*
- *Krav til lekkasje og omfang av injeksjonsarbeider*
- *Omfang av fjellbolter, sprøytebetong og utstøpning*

Som vedlegg til anbud følger det som regel en ingeniørgeologisk rapport som bør omtale de ovenfor nevnte forholdene. Kvaliteten av en slik rapport er av helt avgjørende betydning for at et prosjekt skal få en tilfredsstillende gjennomføring innenfor de fastlagte økonomiske rammer."

"Krav som må stilles til rapporten:

- *Den skal gi entreprenøren et grunnlag for egne vurderinger og tolkninger av geologiske forhold*
- *Anbudets sikringsmengder må bygge på rapporten*
- *All tilgjengelig informasjon må framlegges, både faktiske data og tolkninger*
- *Det må gis en karakterisering av grunnforholdene som tillater sammenligning med hva man erfarer*
- *Den bør inneholde tolkninger/vurderinger angående spesielle forhold, eller omtale forhold som undersøkelsene eventuelt ikke har påvist eller kan påvise*
- *Påpekning av usikkerheter eller spesielle risikovurderinger."*

"Rapporten skal gi et konkret grunnlag for prising av mengder og vurdering av risiko. Visuelle observasjoner og vurderinger basert på erfaringer må tas med."

Vurdering av geologisk grunnlag og utførte forundersøkelser

Ingeniørgeologisk kartlegging og beskrivelse

Det geologiske rapporten datert 2007-02-13 har mangler knyttet til ingeniørgeologiske forundersøkelser og beskrivelser, og følger ikke kravene gitt i Håndbok 021 Vegtunneler (Statens vegvesen, 2006) og Publikasjon nr 101 (Vegdirektoratet 2003) "Riktig omfang av undersøkelser for berganlegg".

Generelt savnes en beskrivelse/analyse av sprekketetthet/sprekkeorientering og bergmassekvalitet inndelt langs traseen. Geologiske kart og profiler vedlagt rapporten er mangelfulle, og helt fraværende for entrepris II (Husafjell og Spannavarden). Kritiske områder er ikke omhandlet tilstrekkelig, spesielt rundkjøringen i fjell der tre tunnelarmer møtes, samt passering av større svakhetssoner og passering under Litlavatnet. I bukta sør for Hellevik bør bergmasseoverdekning undersøkes.

For kryss/rundkjøring i tunnel beskriver Håndbok 021 Vegtunneler at det skal gjennomføres bergmekaniske vurderinger. Det er gjort noe refraksjonsseismikk i området, det ene profilet dekker rundkjøringen delvis. Bergrommet i forbindelse med rundkjøringen vil på det meste ha en spennvidde på minst 30 m, noe som krever god bergmassekvalitet for gjennomføring, samt nøye bergmekanisk vurdering.

Dybden av Litlatvatnet bør undersøkes, samt mulige svakhetssoner i området og hydrogeologiske forhold. Refraksjonsseismikk og akustiske profileringer anbefales.

NGI har i ettertid blitt gjort oppmerksom på at den mottatte geologiske rapporten ikke er tenkt som et vedlegg til konkurransegrunnlaget. Geologisk grunnlagsmateriale mottatt i ettertid viser at det er gjort en nokså grundig kartlegging for entreprise I (tunnel under Karmsundet og Førresfjorden) i de deler av tunnelen som går i dagen (Rapport 1 og 2 fra Veglaboratoriet 1995). Det er også gjort en beskrivelse av forventede geologiske forhold ved kryssing under fjordene ut fra erfaringer gjort ved Statpipe-tunnelene. Dette grunnlagsmateriale bør innarbeides i endelig rapport. Ingeniørgeologisk kartlegging for tunneler i Entreprise II (Husafjell og Spannavarden) må utføres og beskrivelser tas med i endelig rapport. Den endelige geologiske rapporten til konkurransegrunnlaget bør ha et innhold som tilfredsstillende kravene i Håndbok 021.

Kjerneboring

Veglaboratoriet anbefalte i sin rapport datert 5 desember 1995 at kjerneboringer ble vurdert i den videre prosjektering, med et kostnadsanslag på ca 1 mill kr per kjerneborhull.

Sintef har i rapport datert 1998-03-05 gjort en evaluering av ingeniørgeologiske forhold på grunnlag av utførte undersøkelser og erfaringer fra Statpipe-prosjektet. De ingeniørgeologiske forholdene for tunnelene ble i rapporten vurdert som vanskelige, og prosjektet ble ansett som krevende. Supplerende undersøkelser i form av kjerneboring og seismisk tomografi ble anbefalt vurdert utført for den østlige delen av Førdesfjorden.

Statpipe-tunnelene ble bygget i 1982-83 ca 1 km syd for de planlagte tunnelene i T-forbindelsen, og var en del av grunnlaget for evalueringen. For Statpipe-tunnelene ga resultatene fra forundersøkelsene generelt et for optimistisk bilde av de geologiske forholdene. Spesielt en sone på 400 m under Karmsundet blir omtalt i Sintef-rapporten fra 1998, og det blir beskrevet en drivemetode som indikerer ekstremt dårlig bergmassekvalitet og uvanlig vanskelige forhold. Total lengde utstøpning på stoff ble betydelig større enn det som var forventet, omfanget av bolter og sprøytebetong likeså. Fjellforholdene for Statpipe-tunnelene karakteriseres som jevnt over vanskelige, til dels svært vanskelige. Sintef konkluderer i rapporten med at det på bakgrunn av erfaringene fra Statpipe-prosjektet er liten tvil om at de planlagte tunnelene for T-forbindelsen har relativt høy vanskelighetsgrad, spesielt når en tar hensyn til den store forskjellen i tverrsnitt mellom Statpipe-tunnelene (27 m²) og tunnelene langs T-forbindelsen (65 m²).

For å ha tilstrekkelig sikkerhet vedrørende fjelloverflatens beliggenhet i den dype kløfta i østre del av Førdesfjorden, ble det anbefalt å nøye vurdere behovet for kjerneboring og seismisk tomografi.

I Sintef-notat datert 2003-12-17 blir det beskrevet at det i et møte med Statens vegvesen 1998-06-12 ble konkludert med at de ingeniørgeologiske forholdene for de planlagte tunnelene kunne betegnes som krevende, men det ble på det stadiet ikke ansett nødvendig med supplerende undersøkelser i form av kjerneboring eller tomografi.

I 2005 ble det utført supplerende seismiske undersøkelser. I Sintef-notat datert 2006-01-09 blir det beskrevet at de geologiske forholdene ikke er gunstige, og at grunnlaget for å fravike kravet om minimum 50 m overdekning strengt tatt ikke er til stede. En minste bergoverdekning på hhv 45 og 42 m ble vurdert å være forsvarlig, og dette ble da også godkjent 28 august 2006 av Vegdirektoratet. Det ble videre vurdert at videre forundersøkelser i form av for eksempel kjerneboring eller tomografi neppe ville gi informasjon av avgjørende betydning for videre planlegging.

Erfaringer og resultatene fra forundersøkelsene og drivingen av Statpipe-kan brukes som en indikasjon på hva man kan forvente seg ved T-forbindelsen. Samtidig kan det være store geologiske forskjeller på 1 km. Erfaringer fra Statpipe-tunnelene viser at de undersjøiske tunnelene for T-forbindelsen skal bygges under til dels meget vanskelige forhold. Erfaringer fra drift av Statpipe-tunnelene viste at svakhetssonene registrert i fjordene var mektigere enn det de seismiske undersøkelsene indikerte, og bergmassekvaliteten langt dårligere enn det de seismiske hastighetene indikerer. Driveforholdene som er beskrevet for deler av Statpipe-tunnelene må anses som ekstremt

vanskelige. Det beskrives blant annet at berget i den vanskeligste sonen ikke tålte sprengningssjokk slik at rasutvikling var i gang straks etter salven var sprengt (notat datert 20.09.2006). Det er i dag en annen holdning til sikring av tunneler enn det som var oppfatningen i 1998. Sikringsmengder har økt radikalt siden byggingen av Statpipe-tunnelene. Anslaget for Statpipe-tunnelene bommet meget når det gjelder sikringsomfang, for eksempel ble utført volum av sprøytebetong 6 ganger mer enn prognosen, og lengde full utstøpning 2-3 ganger prognosen.

Man har en god indikasjon på hva som kan forventes av geologiske forhold i tunnelen ut ifra erfaringer med drivingen av Statpipe-tunnelene, og kjerneboringer gjort for disse tunnelene. I Karmsundet ligger kjerneborhullene om lag 700 m fra planlagt tunnel, men tunnelen ligger om lag 1 km mot syd. I Førdesfjorden ligger tunnelen og kjerneboringene omtrent 1 km mot syd. Det er derfor valgt å planlegge med kjerneboringer foran stuff under driving, noe som anses som tilstrekkelig med tanke på en sikker gjennomføring av tunneldrivingen.

Kostnadsanslag

Det geologiske grunnlagsmaterialet som er gjennomgått vurderes som utilstrekkelig for et kostnadsanslag innenfor +/- 10%. Spesielt er dette knyttet til kritiske områder som vanskelige strekninger under både Karmsundet og Førdesfjorden, men også til rundkjøringen i fjell og passering under Litlavannet. Grunnlag for prising av mengder og risiko er dårlig, og usikkerheten for høy.

Kostnadsanslaget slik det foreligger i dag har store usikkerheter knyttet til sikringsomfang og inndrift i kritiske områder. Fordi kjerneboringer er utsatt fra planfasen til gjennomføringsfasen, er det større usikkerhet i kostnadsanslaget enn om kjerneboringer hadde blitt utført i forkant.

Mengdeanslagene bør knyttes til forventet bergmassekvalitet langs traseene. Sikringsmengder som er anslått synes generelt å være for lave med tanke på de forventede vanskelige geologiske forholdene.

Stigningsforhold

Stigningsgrad for undersjøisk tunnel i prosjektet er planlagt i overkant av 7%. Håndbok 021 Vegtunneler fra 2002 angir tillatt stigningsgrad for tunneler på 7%, med mulig økning til 8% dersom det anlegges forbikjøringsfelt. I ny foreløpig versjon av Håndbok 021 (2006) er det ikke gitt åpning for en slik økning. Dersom versjonen fra 2002 er den gjeldende, vil ikke en stigning på i overkant av 7% være et fravik, da det skal anlegges forbikjøringsfelt i tunnelene.

Tilrådning knyttet til geologiske forhold

Kvaliteten av geologisk rapport er avgjørende for at prosjektet skal få en tilfredsstillende gjennomføring innenfor fastlagte økonomiske rammer. Vi kan ikke se at foreliggende geologisk rapport er et godt nok grunnlag for entreprenøren for egne vurderinger og tolkning av geologiske forhold. Det tilrådes derfor at den foreliggende geologiske rapporten omarbeides og suppleres, slik at den tilfredsstiller kravene i Håndbok 021 Vegtunneler (Statens vegvesen, 2006).

Anbudets sikringsmengder skal bygge på den geologiske rapporten. Det mottatte supplerende geologiske grunnlagsmaterialet er også vurdert. Grunnlagsmaterialet tilsier at det er store usikkerheter knyttet til pris- og mengdeanslag for kritiske områder, som passering av større svakhetssoner i undersjøiske tunneler, rundkjøring i fjell og passering under Litlavannet. Sikringsmengder som er anslått synes generelt å være for lave med tanke på de forventede vanskelige geologiske forholdene.

Grunnlagsdokumentene tilsier at følgende suppleringer og ytterligere undersøkelser må utføres:

- Innarbeiding av ingeniørgeologisk grunnlagsmateriale fra tidligere rapporter i endelig geologisk rapport som bør tilfredsstille kravene i Håndbok 021.
- Supplerende ingeniørgeologisk kartlegging, spesielt for entreprise II (Husafjell, Spannavarden), med utfyllende beskrivelse i geologisk rapport av bergmassekvalitet, oppsprekking, sprekkekarakteristikk, svakhetssoner, kritiske områder - evt. seismikk i kritiske områder, vurderes underveis.

- Kjerneboringer foran stuff under driving anses som tilstrekkelig for en sikker gjennomføring av tunneldrivingen.
- Undersøkelser i forbindelse med passering under Litlavatnet – for eksempel refraksjonsseismikk, akustisk profilering.
- Ingeniørgeologiske/bergmekaniske forundersøkelser/analyser og vurderinger i forbindelse med rundkjøring i fjell.
- Seismikk over kritisk område sør for Hellevik, nordgående arm fra rundkjøring.

Etter at supplerende undersøkelser er utført må resultatene innarbeides i konkurransegrunnlaget, og kostnadsanslag må revurderes på bakgrunn av ny informasjon.

V9. Presentasjon av rapport 11. september 2007

Presentasjonen vedlegges som eget dokument.

V10. Oversikt over sentrale personer i forbindelse med oppdraget

Tilknytning:	Navn:	Telefon	E-post:
Finansdepartementet			
	Peder Berg	2224 4135/ 915 97 780	peder-andreas.berg@finans.dep.no
	Trond Kvarsvik	470 74 130	Trond.kvarsvik@finans.dep.no
Samferdselsdepartementet			
- KS2-ansvarlig	Even Mortensen	22 24 82 66	even.mortensen@sd.dep.no
Statens vegvesen			
- Prosjektchef	Stein Fykse		
Prosjekt T-forbindelsen			
- Prosjektleder	Rune Sandven	906 53 462	Rune.sandven@vegvesen.no
Konsulent			
- Kontraktsansvarlig	Erling Svendby	415 42 412	Erling.Svendby@dnv.com
- Oppdragsansvarlig	Roar Bjøntegaard	481 81 356	Roar.Bjontegaard@dnv.com
- Gruppemedlem	Thor-Martin Skar	952 73 049	thor-martin.skar@advansia.no
- Gruppemedlem	Vibeke Binz	930 36 931	Vibeke.Binz@dnv.com
- Gruppemedlem	Nicolaj Tidemand	934 40 975	Nicolaj.Tidemand@dnv.com
- Gruppemedlem	Marit Brennhovd	913 53 756	Marit.brennhovd@dnv.com
- Gruppemedlem	Anders Magnus Løken	926 64 885	Anders.magnus.loken@dnv.com
- Gruppemedlem	Rune Magnus Moen	951 49 221	Rune.Moen@dnv.com
- Gruppemedlem	Tore Herland	909 82 150	Tore.Herland@dnv.com
- Gruppemedlem	Tom Eldegard	938 39 648	Tom.Eldegard@snf.no
- Gruppemedlem	Eystein Grimstad	942 41 962	Eystein.Grimstad@ngi.no
- Gruppemedlem	Anette Wold Magnussen	913 69 501	Anette.wold.magnussen@ngi.no

(blank side)

Advansia AS, Det Norske Veritas AS og Samfunns- og næringslivsforskning AS
