

Prosjekt E18 Frydenhaug - Eik

Ekstern kvalitetssikring med usikkerhetsanalyse

Endelig rapport 16. august 2005

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

Forord

HolteProsjekt har i perioden april til juni 2005 utført en ekstern kvalitetssikring med usikkerhetsanalyse av prosjektet E18 Frydenhaug - Eik. Prosjektet gjennomføres i regi av Statens vegvesen.

Oppdraget er utført iht. avtale mellom HolteProsjekt og Samferdselsdepartement og følger de prinsipper som er nedfelt i *Rammeavtale mellom Finansdepartementet og HolteProsjekt om Kvalitetssikring av Kostnadsoverslag, herunder Risikoanalyse for Store Statlige Investeringer*, datert 22. juni 2000.

16. august 2005

HolteProsjekt

Knut Astrup
Oppdragsansvarlig

Glenn Steenberg
Konsulent

Superside

Generelle opplysninger				Sidehenv. hovedrapp.			
Kvalitetssikringen	Kvalitetssikrer: HolteProsjekt Dato: 20. Juni 2005						
Prosjektinformasjon	Prosjektnavn: E18 Frydenhaug - Eik Departement: Samferdsel Prosjekttype: Vegutbygging						
Basis for analysen	Prosjektfase: Byggeplanfase. Godkjente reguleringsplaner. Prisinivå: April 2005						
Tidsplan	St.prp.: Prosjektoppstart (dato): 4. kvartal 2005 Planlagt ferdig: 4. kvartal 2008						
Avhengighet av tilgrensende prosjekter	Nei						
Styringsfilosofi	Ikke prioritert mellom resultatmålene Tid, Kostnad og Kvalitet						
Anmerkninger							
Tema/Sak							
Kontraktstrategi	Entreprise-/leveranse-struktur Planlagt: To store entrepriser, og flere små. Anbefalt: Vurdere større oppdeling av entreprisene	Entrepriseform/ Kontraktformat Planlagt: Byggherrestyrte sideentrepriser Anbefalt: Som planlagt.	Kompensasjons-/ vederlagsform Planlagt: Mengderegulert enhetspriskontrakt Anbefalt: Som planlagt. Prosjektet bør vurdere ulike incitamentordninger, bl.a. for å holde mengdene nede.				
	Prosjektet planlegger med tradisjonell kontraktstrategi for Statens vegvesen sine prosjekter.						
Suksessfaktorer og fallgruver	De tre viktigste suksessfaktorene:	De tre viktigste fallgruvne:		Anmerkninger:			
	1. Godt gjennomarbeidet kontrakt grunnlag	-					
	2. Sikre kontinuitet i prosjektorganisasjonen	-					
	3. God kontroll og vurdering av grunnforhold	-					
Estimatusikkerhet	De tre største usikkerhetslementer:			Anmerkninger:			
	1. Ny Sørgående tunnel						
	2. Ny tofelts veg inkl.middeler og lys						
	3. Breddeutvidelse eks veg						
Hendelses-usikkerhet	De tre største hendelsene:	Sannsynlighet	Konsekvenskostnad	Anmerkninger:			
	1. Kontraktstrategi	-	-				
	2. Prosjektorganisasjon	-	-				
	3. Markedsutvikling	-	-				
Risikoreducerende tiltak	Mulige / anbefalte tiltak:			Forventet kostnad:			
	1. Fokusere på kvalitet i konkurransegrunnet for tunnelentreprisen.			-			
	2. Vurdere større oppdeling av entreprisene for veg- og bruarbeider.			-			
	3. Tilknytte ytterligere geologi kompetanse.			-			
Reduksjoner og forenklinger	Mulige / anbefalte tiltak:		Beslutningsplan:	Forventet besparelse:			
	Kobbervikdalen - Eik: Redusert standard (Alt 1)			10 MNOK			
	ENØK tiltak kuttes ut			5 MNOK			
	Avrampe mot Drammen ved Bangeløkka beholdes			0,75 MNOK			
Tilrådninger om kostnadsramme og usikkerhets-avsetninger	Forventet kostnad/ styringsramme	P50	Beløp: 697 MNOK	Anmerkninger:			
	Anbefalt kostnadsramme	P 85 % minus kutt	Beløp: 736 MNOK	Anmerkninger:			
	Mål på usikkerhet	St.avvik i %: 7,7	St.avvik i MNOK: 53	Anmerkninger:			
Valuta	Forventet kostnad i fremmed valuta? (Hvis ja, angi antatt fordeling mellom.....)	Nei	NOK:	EUR:	GBP:	USD:	
Tilråding om organisering og styring	HolteProsjekt anbefaler at resultatmål reformuleres til et mål som ligger P45 for å sikre en stram kostnadsstyring av prosjektet i hele prosjektets livssyklus. I tillegg må prosjektet ved prosjektleder fastlegge styringsmål for de enkelte delprosjekter / byggeledere.						
Planlagt bevilgning	Inneværende år:	Neste år: 150 MNOK		Dekket innenfor vedtatte rammer ?			
Anmerkninger							

Sammendrag

Oppdraget

HolteProsjekt har i perioden april til juni 2005 utført en ekstern kvalitetssikring med usikkerhetsanalyse av prosjektet E18 Frydenhaug - Eik. Prosjektet gjennomføres i regi av Statens vegvesen. HolteProsjekt har utført oppdraget i henhold til avtale mellom HolteProsjekt og Samferdselsdepartementet.

Innledning

Statens Vegvesen ønsker å utvide E18 til fire kjørefelt på strekningen mellom Frydenhaug og Kobbervikdalen, samt utvide bredden på dagens firefeltsveg mellom Kobbervikdalen og Eik-krysset. Dette vil, sammen med ny motorvegbru, gi sammenhengende firefeltsveg med god standard forbi Drammen.

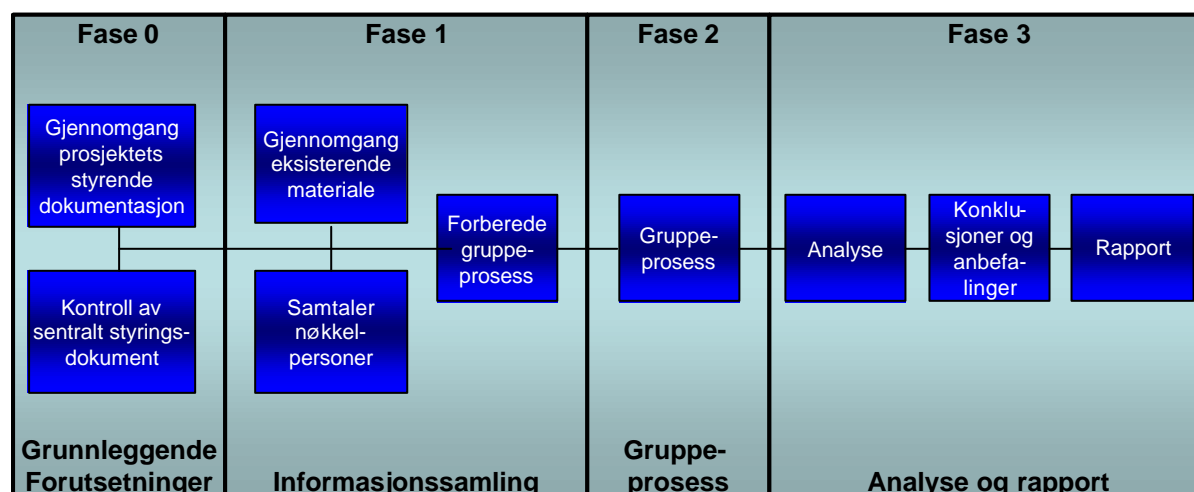
Følgende vegløsning er foreslått:

- På strekningen mellom Frydenhaug og krysset i Kobbervikdalen bygges det en ny ca. 1,8 km lang tofeltstunnel for sørgående trafikk.
- Eksisterende tofeltsveg på denne strekningen gjøres enveiskjørt for nordgående trafikk. Dette gir til sammen fire kjørefelt.
- I Kobbervikdalen etableres et kryss med tilsvarende funksjon som dagens kryss, det vil si med påkjøringsrampe for trafikk som skal sørover og avkjøringsrampe for trafikk som kommer fra sør.
- På strekningen mellom krysset i Kobbervikdalen og Eik-krysset breddeutvides dagens veg. Utvidelsen skjer hovedsaklig på vestsiden av veien.

Vegstrekningen på E18 er planlagt åpnet høsten 2007 med alle tilleggsarbeider avsluttet høsten 2008.

Analyse

Analysen er utført som beskrevet i figuren nedenfor:



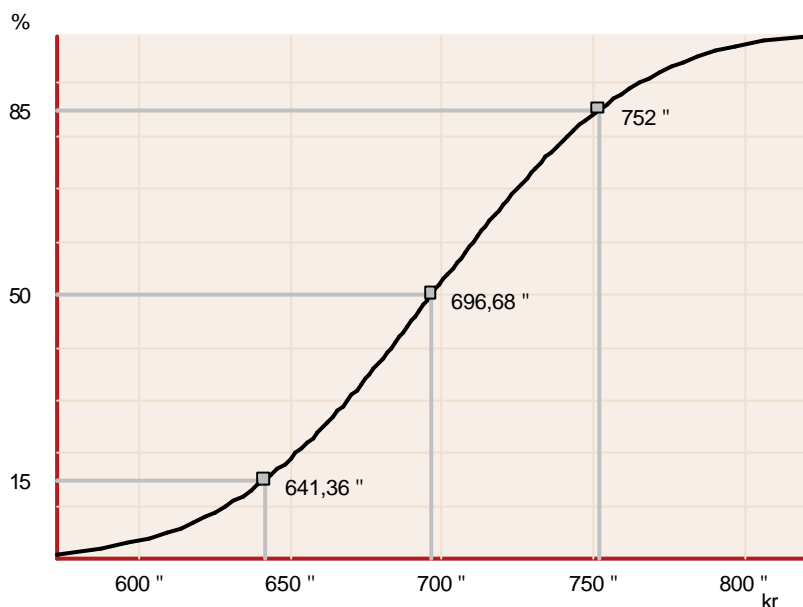
Analyseprosess

HolteProsjekt har benyttet prinsipper fra trinnvis kalkulasjon (Suksessivprinsippet) i denne usikkerhetsanalysen. I trinnvis kalkulasjon gjøres estimeringen av kostnadselementene og

usikkerhetsfaktorene som et tripplestimat med tre anslag. Tripplestimatene behandles deretter statistisk og forventningsverdien beregnes på bakgrunn av sannsynlig, min og maks anslagene.

Resultater

Analysen ga resultat som vist i figuren under. Kurven angir sannsynligheten for at prosjektet kan gjennomføres innenfor den korresponderende totalkostnaden (alle tall i april 2005 kr).



Figur 1.1 Sannsynlighetskurve (alle tall er april 2005-kroner)

Kurven viser at det er 50 % sannsynlig at prosjektet kan gjennomføres innenfor en kostnad på 697 MNOK, som omregnet i mars 2004 kroner er 666 MNOK. Dette er 21 MNOK mer enn prosjektets P50 kostnadsoverslag på 645 MNOK.

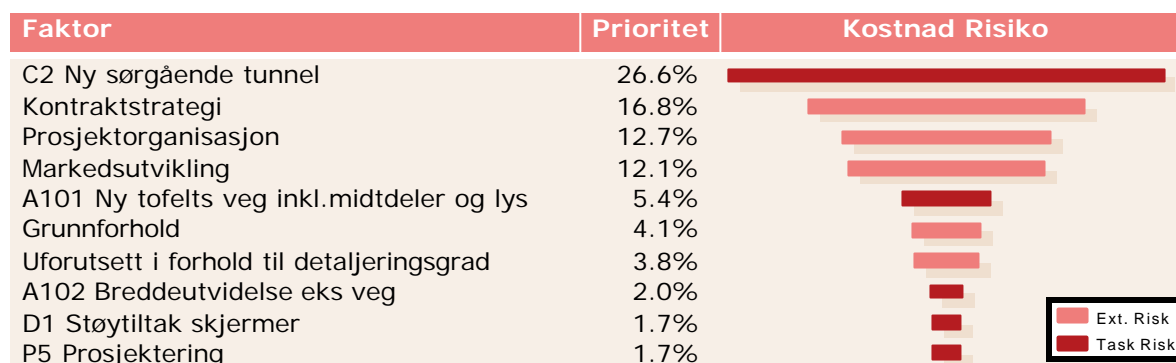
Kurven viser videre at det er 85 % sannsynlighet for at prosjektet kan gjennomføres innenfor en kostnad på 752 MNOK.

	Prosjektet, mars 2004	HolteProsjekt, mars 2004	HolteProsjekt, april 2005
P50	645 MNOK	666 MNOK	697 MNOK
P85	690 MNOK ¹	719 MNOK	752 MNOK

Tabell 1: Sammenligning av prosjektets opprinnelige og HolteProsjekts kostnadsoverslag. Tallene fra prosjektet gjenspeiler prisnivået pr. mars 2004, Holteprosjekts tall tilsvarer henholdsvis prisnivået mars 2004 og april 2005.

¹ Tall ekstrahert manuelt fra S-kurve i Anslag

Det er identifisert en rekke faktorer som vil kunne påvirke prosjektgjennomføringen. Disse er drøftet i kapittel 2. Paretdiagrammet nedenfor angir usikkerhetsfaktorenes og kostnadselementenes relative bidrag til den totale usikkerhet.



Paretdiagram

For å redusere usikkerheten er det noen faktorer og kostnadselementer det bør fokuseres spesielt på i det videre arbeidet. Disse kan oppsummeres som følger:

C2 Ny sørgående tunnel

Ny sørgående tunnel er planlagt som én entreprise og har en anslått kostnad på 140 MNOK. Dette kostnadselementet kommer øverst i Paretdiagrammet (m.a.o. den usikkerhet som har størst kostnadskonsekvens). Dette skyldes både stor variasjon i enhetspris (kostnad pr. løpemeter tunnel) og størrelsen på kostnadselementet (entreprisen).

Differansen i enhetspris henger i hovedsak sammen med variasjon i sikrings- og injeksjonsmengder, som er avhengig av geologien i tunnellopet.

Produksjonen på tunnelentreprisen er planlagt startet i desember 2005 og det er i liten grad mulig å gjøre tiltak for å redusere usikkerheten. Det er likevel viktig å fokusere på kvalitet i konkurransegrunnlaget som sikrer lavest mulige tillegg og endringer.

Kontraksstrategi

Ved valg av kontraktstrategi bør markedssituasjonen vurderes. Markedet er stramt og det forventes at flere store prosjekter er sammenfallende i tid med Frydenhaug - Eik. Dette kan føre til at det blir få tilbydere med den planlagte entreprisoppdelingen som er noen få og store entrepriser. En ytterligere oppdeling av entreprisene vil kunne øke konkurransen og lavere priser, men vil føre til mer administrasjon fra byggherren og større risiko i gjennomføringsfasen.

Prosjektorganisasjon

Prosjektet planlegger å benytte store deler av prosjektorganisasjonen som er benyttet i motorvegbrua. Denne organisasjonen synes å være godt sammensveiset og ha et godt kostnadsfokus. I tillegg til stram kostnadskontroll og god usikkerhetsstyring blir det viktig med tett oppfølging av de ulike entreprisene.

Markedsutvikling

Det er begrenset hvilke muligheter prosjektet har til å påvirke markedsutviklingen. Siden det ikke er mulig å gjennomføre prosjektet med egne ressurser er man prisgitt markedet og de mekanismene som gjelder. Endringer i markedssituasjonen kan gi til dels store prisutslag.

Prosjektet bør vurdere markedsutviklingen kontinuerlig fremover for kunne møte den med en best mulig kontraksstrategi.

Konklusjon

Grunnlaget for å fremme forslag om godkjenning av prosjektet med kostnadsramme er etter HolteProsjekts oppfatning tilstrekkelig. HolteProsjekt anbefaler følgende rammer for prosjektet E18 Frydenhaug - Eik.

Nivå	Tema	MNOK
	Grunnkalkyle	571
Nivå 1	Forventede tillegg	125
	Forventet kostnad / Styringsramme for Vegvesenet	696
Nivå 2	Usikkerhetsavsetning	40
	Kostnadsramme / P85 – kuttliste	736

Anbefalt styrings- og kostnadsramme

Grunnkalkyle

Grunnkalkyle er utarbeidet med mengder og enhetspriser og inneholder ingen poster for uteglemte/uspesifiserte kostnader. Grunnkalkylen er på 571 MNOK .

Forventede tillegg

Forventede tillegg, herunder uforutsett, 125 MNOK, (i tillegg til grunnkalkylen) tilsvarer en ramme med 50% sannsynlighet for ikke å få overskridelse.

Usikkerhetsavsetning

Usikkerhetsavsetning 40 MNOK, (i tillegg til grunnkalkylen og forventede tillegg) tilsvarer en ramme med 85% sannsynlighet (minus kuttliste alternativ 1) for ikke å få overskridelse.

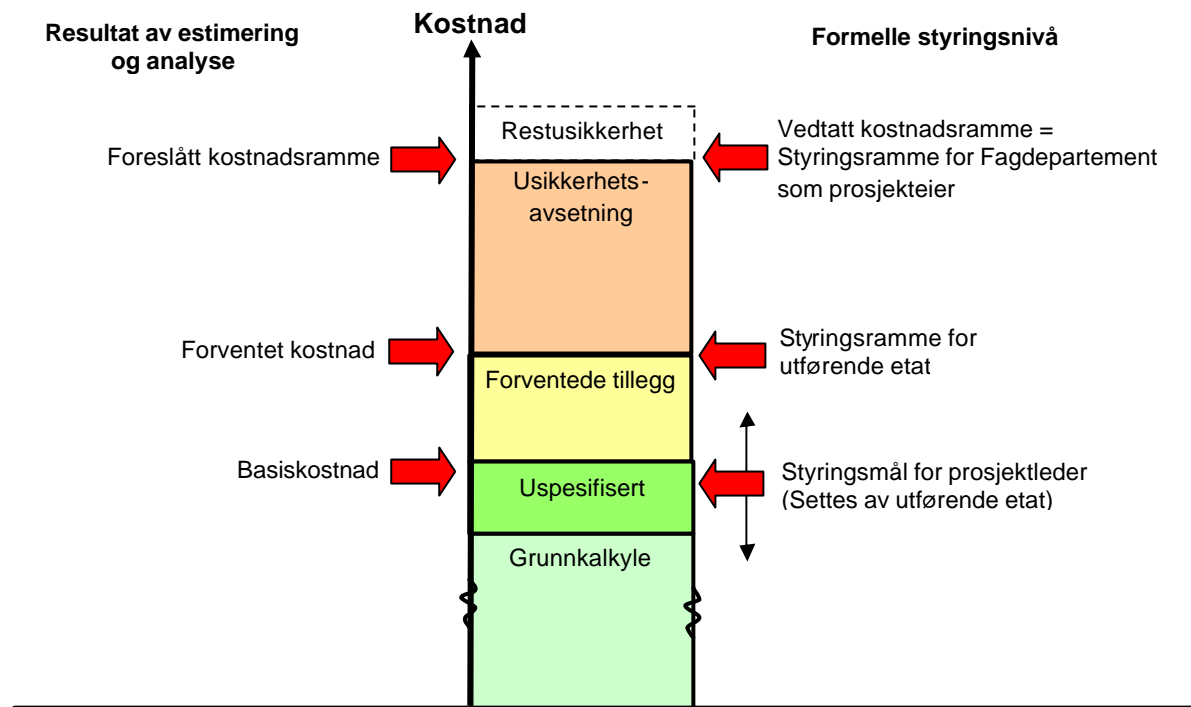
Kostnadsramme/ finansieringsramme

Anbefalt kostnadsramme 736 MNOK, baseres på at det er 85% sannsynlighet for ikke å overskride rammen, og at kuttlisten anvendes ved overskridelser av styringsrammen (P50). Kuttlisten for prosjektet er på 15,75 MNOK (alternativ 1) og er vist i vedlegg 5.

Styringsmål

HolteProsjekt anbefaler at prosjektet benytter P45 (690 MNOK) som styringsmål for å sikre en stram kostnadsstyring. Videre anbefales det at resultatmålene konkretiseres, kvantifiseres og prioriteres for å gi et best mulig styringsgrunnlag.

HolteProsjekt anbefaler videre at prosjektet ved prosjektleder fastlegger styringsmål for de enkelte delprosjekter / byggeledere på nivå med grunnkalkylen. Dette vil gi prosjektleder det nødvendige handlingrommet som behøves for å møte styringsmålet.



Innholdsfortegnelse

1	Utgangspunkt og rammer for kvalitetssikringen.....	30
1.1	Hensikten med kvalitetssikringen	30
1.2	Analysemetode	31
1.2.1	Analyseprosessen/kvalitetssikringsprosessen.....	33
1.2.2	Trinnvis kalkulasjon.....	42
1.3	Utdrag fra prosjektets styringsdokumentasjon.....	44
1.3.1	Formål med prosjekt.....	45
1.3.2	Kostnader.....	51
1.3.3	Finansiering.....	52
1.3.4	Fremdrift	53
1.3.5	Organisasjon	54
2	Kvalitetssikring av prosjekt.....	58
2.1	Fremgangsmåte.....	58
2.2	Vurdering av prosjektets styringsdokumentasjon	60
2.3	Kalkyle og estimatusikkerhet	65
2.3.1	Kontroll av prosjektets kostnadsestimat.....	66
2.3.2	Prosjektnedbrytningsstruktur (PNS).....	69
2.3.3	Kvantifisering av estimatusikkerhet.....	69
2.4	Generell usikkerhet	78
2.4.1	Usikkerhetsfaktorer.....	79
2.4.2	Vurdering av usikkerhetsfaktorene	81
3	Analyseresultater, konklusjon og anbefalinger	101
3.1	Analyseresultat	101
3.1.1	Sannsynlighetskurve.....	101
3.1.2	Rangering av usikkerhet.....	104
3.2	Konklusjon	105
3.2.1	C2 Ny sørgående tunnel.....	107
3.2.2	Kontraksstrategi.....	111
3.2.3	Prosjektorganisasjon.....	112
3.2.4	Markedsutvikling.....	113
3.3	Anbefalinger.....	115
3.3.1	Anbefalt finansieringsramme	115
3.3.2	Retningslinjer for håndtering av avsetninger til forventede tillegg og usikkerhet.....	122

Vedlegg

- Vedlegg 1 - Kostnadsestimat
- Vedlegg 2 - Prosjektnedbrytningsstruktur (PNS)
- Vedlegg 3 - Prosessdeltakere
- Vedlegg 4 - Dokumentliste
- Vedlegg 5 - Kuttliste
- Vedlegg 6 - Anbefalte tiltak
- Vedlegg 7 - Prissammenligning tunnelprosjekter

1 Utgangspunkt og rammer for kvalitetssikringen

1.1 Hensikten med kvalitetssikringen

HolteProsjekt har i perioden april til juni 2005 utført en ekstern kvalitetssikring av prosjektet E18 Frydenhaug - Eik. Prosjektet gjennomføres i regi av Statens vegvesen. HolteProsjekt har utført oppdraget i henhold til avtale mellom HolteProsjekt og Samferdselsdepartementet.

Hensikten med kvalitetssikringen er, på basis av en uavhengig analyse, å anbefale rammer og styringsmål for prosjektet før forslag om finansieringsramme legges frem for Stortinget. Videre skal analysen angi prosjektets usikkerhetsbilde og beskrive tiltak som kan redusere prosjektets totale usikkerhet og gi oppdragsgiver et styringsredskap for å kunne realisere prosjektet etter forutsetninger som ligger til grunn for søknaden om bevilgninger.

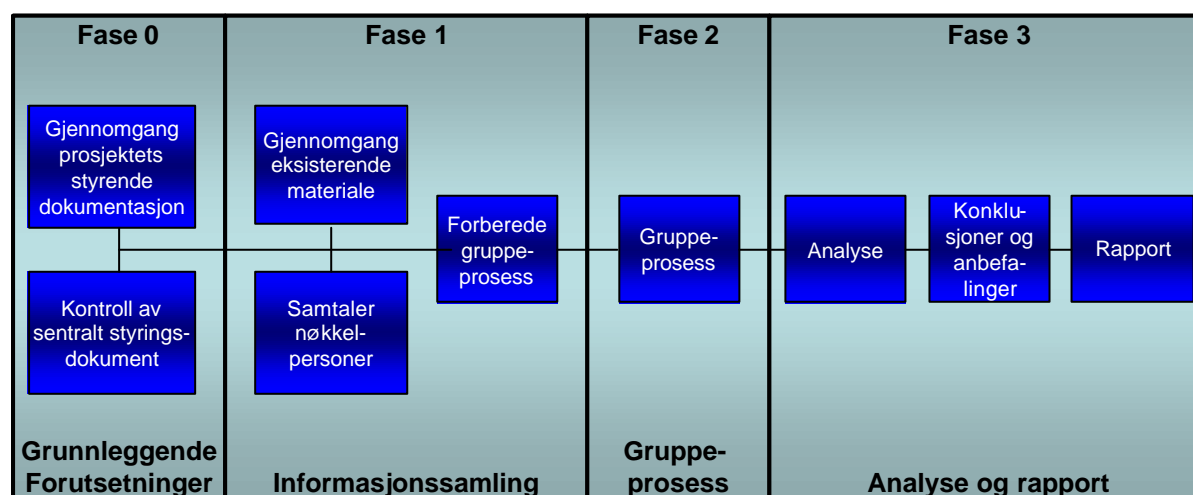
1.2 Analysemetode

I samsvar med prinsippet om usikkerhetsanalyse, og for å møte de krav som er definert i avtalen mellom Samferdselsdepartementet og HolteProsjekt, vil følgende kriterier innfris:

- Resultatet skal angis med hvilken sannsynlighet sluttresultatet ikke vil overskride en gitt verdi. Dette resulterer i en beregnet sannsynlighetskurve for sluttresultatet.
- Resultatet skal inneholde en liste over de viktigste usikkerhetsforholdene og deres relative bidrag til den totale usikkerhet.
- Resultatet skal inneholde en liste over de viktigste tiltak for å redusere usikkerheten i prosjektet.

1.2.1 Analyseprosessen/kvalitetssikringsprosessen

De ulike fasene i analyseprosessen er utført som vist i figuren nedenfor:



Figur 2: Analyseprosessen/kvalitetssikringsprosessen

Fase 0 – Grunnleggende forutsetninger

1. *Gjennomgang av prosjektets styrende dokumentasjon.* Hensikten er å kontrollere at prosjektet er veldefinert og godt avgrenset.

2. *Kontroll av at det foreligger et sentralt styringsdokument.* Hensikten er å sikre et tilstrekkelig grunnlag for usikkerhetsanalysen og for den etterfølgende styringen av prosjektet.

Punkt 1 og 2 er en kontroll av de grunnleggende forutsetningene. Eventuelle mangler påpekes slik at prosjektet kan sørge for nødvendig oppretting/utfylling av dokumentasjonen.

Fase 1 – Informasjonsinnsamling

HolteProsjekt setter seg inn i øvrig tilgjengelig og relevant informasjon. Denne gjennomgangen danner grunnlaget for vurdering av prosjektets nedbrytningsstruktur (PNS), for selve usikkerhetsanalysen og for å forberede gruppeprosessen.

Informasjonen blir innhentet og bearbeidet på følgende vis:

3. *Gjennomgang av eksisterende materiale.* HolteProsjekt får innsyn i kalkyler, planer, forutsetninger og informasjon basert på foreliggende grunnlag/rapporter, og går i dybden av alt materiale som er relevant for vurdering av prosjektet. Det foretas en selvstendig vurdering av prosjektets grunnkalkyle.
4. *Samtaler med nøkkelpersoner i organisasjonen.* Det gjennomføres samtaler med nøkkelpersoner forut for gruppeprosessen, der spørsmålene er tilpasset hver enkelt deltakers ansvarsområde. I tillegg blir det stilt referansespørsmål som er felles for alle. Målet med samtalene er å innhente informasjon, detaljere enkelte områder og avdekke eventuelle uoverensstemmelser for å skape et riktig utgangspunkt for gruppeprosessen.
5. *Forberede gruppeprosess.* På basis av prosjektets grunnkalkyle/budsjett og planer etablerer HolteProsjekt en basis for den kvantitative analysen. Denne basisen er grunnlaget for arbeidet i gruppeprosessen og skal behandles videre i analyseverktøyet. Etter gjennomføring av punkt 3 og 4 kan HolteProsjekt avpasse vinkling på gruppeprosessen i forhold til oppdragets mål og tilgjengelig informasjon.

Fase 2 – Gruppeprosess

Med basis i fase 1 gjennomfører HolteProsjekt en gruppeprosess sammen med prosjektets nøkkelpersoner. Deltagere i gruppeprosessen skal samlet representere nødvendig kunnskap og erfaring til at prosessen blir best mulig. Sammensetningen er derfor viktig og skjer i utgangspunktet med prosjektets nøkkelpersonell og HolteProsjekts fagpersoner. Dersom det er nødvendig kan ytterligere fagpersoner hentes inn.

6. *Gjennomføring.* HolteProsjekts metode for usikkerhetsanalyse legger stor vekt på gruppeprosessen. Hensikten med gruppeprosessen er å identifisere, kvantifisere og prioritere usikkerhet i enkeltelementer i prosjektet og for prosjektet totalt sett. Gruppeprosessen fører også ofte til at deltagerne får en bedre totalforståelse av prosjektet og en økt bevissthet om usikkerhet og gjennomføring av tiltak for å begrense denne. Det settes av minst en dag til gruppeprosessen.

Fase 3 – Analyse og rapport

På basis av informasjonsinnhenting og resultater av gruppeprosess foretar HolteProsjekt en analyse av prosjektet.

7. *Analyse.* Basert på gruppeprosessen gjøres en vurdering av prosjektets grunnkalkyle med tilhørende estimatusikkerhet, og en vurdering av forhold som kan påvirke prosjektet. Dette danner grunnlaget for en statistisk tallbehandling, for å kunne gi en tilrådning om styringsramme inkludert avsetning til usikkerhet. Dette er både en kvalitativ og kvantitativ analyse. Videre vurderes følgende forhold i analysen:
 - Kontraktstrategi
 - Tiltak for å redusere usikkerheten i prosjektet
 - Forenklinger og reduksjoner
 - Tilrådning om organisering og styring av prosjektet
8. *Konklusjoner og anbefalinger.* Basert på de foregående punkter beskrives anbefalinger og tiltak og det angis konkret kostnadsramme og styringsramme for prosjektet.
9. *Utarbeidelse av rapport.* Resultater presenteres med tekst og grafer slik at den på best mulig måte kan brukes videre.

1.2.2 Trinnvis kalkulasjon

HolteProsjekt har benyttet prinsipper fra trinnvis kalkulasjon (Suksessivprinsippet) i usikkerhetsanalysen. Disse kan oppsummeres som følger:

- Kvantifisering av konsekvens er knyttet til prosjektet på ulike nivåer i prosjektne- brytningsstrukturen (PNS), avhengig av type usikkerhetsfaktor.
- Kvantifisering av mulig konsekvens er basert på at faktorene behandles som uavhengige av hverandre.
- Estimering av kostnadselementene og usikkerhetsfaktorene blir utført som et tripplestimat med tre anslag; minimum (10 % sannsynlighet for oppnåelse: "håper"), sannsynlig (50 % sannsynlighet for oppnåelse: "tror") og maksimum (90 % sannsynlighet for oppnåelse: "frykter") som vil beskrive et spenn på usikkerheten.
- Tripplestimatene behandles deretter statistisk og forventningsverdien beregnes på bakgrunn av sannsynlig, min og maks anslagene.

1.3 Utdrag fra prosjektets styringsdokumentasjon

De etterfølgende underkapitler er direkte avskrift av prosjektets styringsdokument av 25. november 2004.

1.3.1 Formål med prosjekt

Hensikt og bakgrunn

Dagens E18 har sammenhengende firefeltsveg fra Oslo til Kopstad (avkjøringen til Horten), bortsett fra strekningen forbi Drammen. Når ny motorvegbru over Drammenselva står ferdig i desember 2006, vil det bare være strekningen mellom Frydenhaug og Kobbervikdalen som har tofeltsveg. På strekningen mellom Kobbervikdalen og Eik-krysset er det firefeltsveg, men vegen har ikke tilfredsstillende standard med hensyn til bredden på midtdeleren, vegskuldrene og grøftene.

Fordi det er så mye trafikk på E18 i Drammensområdet, oppstår det køer i rushperiodene. Problemet er spesielt stort i forbindelse med helgeutfarten. Statens vegvesen ønsker derfor å utvide E18 til fire kjørefelt på strekningen mellom Frydenhaug og Kobbervikdalen, samt utvide bredden på dagens firefeltsveg mellom Kobbervikdalen og Eik-krysset. Dette vil, sammen med ny motorvegbru, gi sammenhengende firefeltsveg med god standard forbi Drammen.

Krav og løsninger

E18 er stamveg, og skal utformes i tråd med kravene i Statens vegvesens Håndbok 235 Stamvegutforming, Håndbok 017 Veg- og gateutforming og Håndbok 021 Vegtunneler. Vegen er en stamveg, og klassifiseres som hovedveg, standardklasse H1.

Årsdøgntrafikken (ÅDT) i år 2010 er beregnet å bli ca. 34 900 kjøretøyer på strekningen Frydenhaug-Kobbervikdalen og ca. 38 100 kjøretøyer på strekningen Kobbervikdalen-Eik. Sørgående parsell vil bli utformet med tanke på 100 km/t, mens nordgående parsell vil, etter tillatelse fra Vegdirektoratet, bli utformet for en fartsgrense på 80km/t. Etter kravene i Håndbok 021 Vegtunneler vil tunnelen for sørgående trafikk ha profil T9,5.

Følgende vegløsning er foreslått:

- På strekningen mellom Frydenhaug og krysset i Kobbervikdalen bygges det en ny ca. 1,8 km lang tofeltstunnel for sørgående trafikk.
- Eksisterende tofeltsveg på denne strekningen gjøres enveiskjørt for nordgående trafikk. Dette gir til sammen fire kjørefelt.
- I Kobbervikdalen etableres et kryss med tilsvarende funksjon som dagens kryss, det vil si med påkjøringsrampe for trafikk som skal sørover og avkjøringsrampe for trafikk som kommer fra sør.
- På strekningen mellom krysset i Kobbervikdalen og Eik-krysset breddeutvides dagens veg. Utvidelsen skjer hovedsaklig på vestsiden av vegen.



Figur 3: Planlagt løsning for E18 Frydenhaug-Eik

Samfunns mål

Utbyggingen av E18 Frydenhaug-Eik har følgende målsetninger:

- Bedre framkommelighet, spesielt i rushperiodene/helgeutfart
- Økt trafiksikkerhet gjennom sammenhengende lik standard på E18 (firefeltsveg)
- Redusert miljøbelastning

Resultatmål

- Prosjektet skal bygges med rett kvalitet, til rett tid og med rett kostnad.
- Prosjektet skal bygges med elementene som er beskrevet i reguleringsplanen med tilhørende dokumentasjon (beskrivelse, illustrasjonsplan og overleveringsdokument fra planfase til byggefase). Det skal ikke utelates eller føyes til andre elementer.
- Utbyggingen skal skje uten ulykker.

1.3.2 Kostnader

Opprinnelig overslag defineres som kostnadsoverslag (50/50 estimat) basert på godkjent reguleringsplan. Overslaget er datert mai 2004, med kostnadsnivå mars 2004. Hovedtall fra overslaget er vist under.

Kostnadsbærere (hentet fra Anslag)	Pris i MNOK (alle tall er ca tall)
Veg	132,4
Bru/kunstbygg	66,5
Tunnel inkl. miljø tunnel	166,4
Andre tiltak	101,0
Byggherrekostnader	77,4
Sum elementkostnader	543,7
Mva	57,1
Usikkerhet/F faktorer	44,5
Sum 50/50 estimat	645,3

1.3.3 Finansiering

Finansiering skjer ved årlige bevilgninger over statsbudsjettet. Framdriftsplanen tar utgangspunkt i optimal anleggsdrift og følgende investeringstakt:

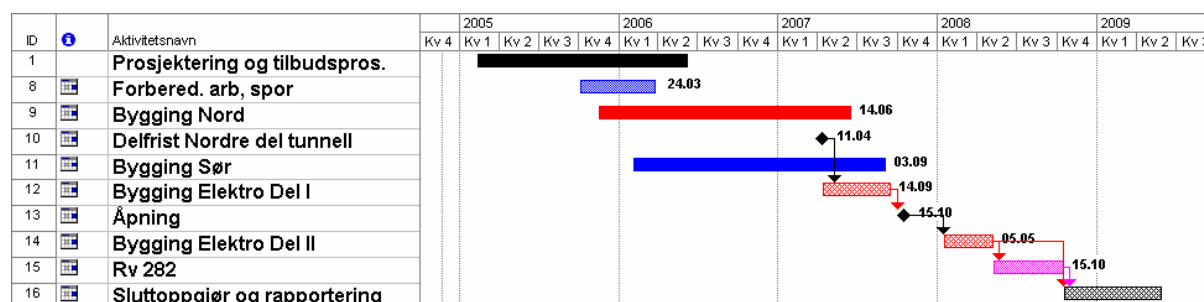
År	2006	2007	2008	2009
Investering (mill. kr., 2004)	150	350	130	15

1.3.4 Fremdrift

Basert på optimal anleggsdrift, samt en gjennomføringsstrategi og kontraktsstrategi som beskrevet i styringsdokumentet, er det satt opp en framdriftsplan for E18 Frydenhaug - Eik.

Forutsatt at finansieringen går i orden, og at øvrige prosesser går optimalt, forventes oppstart av forberedende arbeider i 2005, trafikkåpning i 2007, kompletterende arbeider og ferdigstillelse i 2008.

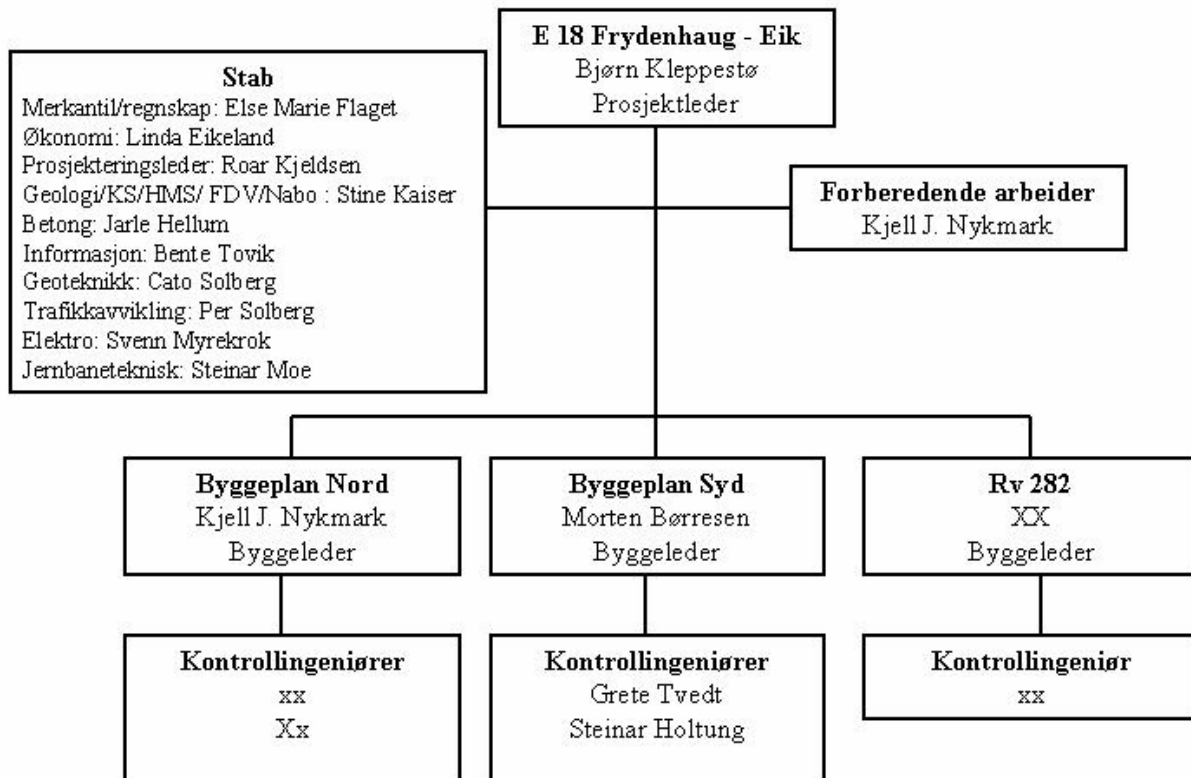
Prosjektorganisasjonen for byggeplanfasen er etablert og det arbeides nå etter følgende framdriftsplan:



1.3.5 Organisasjon

Prosjektet er organisert som en egen prosjektorganisasjon, i henhold til organisasjonsplanen under. Organisasjonen etableres med eget prosjektkontor på Frydenhaug, der prosjektet overtar lokalene og i stor grad personellet etter utbygging av ny motorvegbru i Drammen. Prosjektleder rapporterer til leder av Utbyggingsstab. I tillegg til prosjektleder er det p.t. utpekt prosjekteringsleder og byggeledere. Resterende del av byggherreorganisasjonen vil bli tilsatt etter hvert som behov/arbeidsomfang tilsier det i god tid før oppstart, og med basis i personell fra motorvegbrua. Fagkompetanse innen grunnverv og andre spesialfunksjoner suppleres fra basisorganisasjonen etter behov. Stillingsinstrukser og ansvarsforhold vil bli nærmere beskrevet i kvalitetsplanen.

Den kontinuerlige tilpasningen av prosjektorganisasjonen til oppgavene vil bli behandlet gjennom prosjektets årsplaner. I stillingsbeskrivelsen vil det fremkomme hvilke økonomiske forpliktelser byggelederne har myndighet til å inngå. I tillegg vil det fremkomme at byggelederne også må avklare med prosjektleder avgjørelser som er innenfor dette beløpet, men som er av mer prinsipiell betydning i forhold til entreprenørene. Dette bidrar til styrbarheten i prosjektet, og er ett av midlene for å håndtere usikkerhet.



24.11.2004 22.45

2 Kvalitetssikring av prosjekt

2.1 Fremgangsmåte

HolteProsjekt har utført kvalitetssikring av prosjektets styringsdokumentasjon og en usikkerhetsanalyse av prosjektet slik det foreligger på analysetidspunktet.

Følgende elementer har inngått i arbeidet:

- *Gjennomgang og vurdering av prosjektets styrende dokumentasjon.*
- *Vurdering av prosjektets gjennomførbarhet og tekniske løsninger, blant annet med innleid bistand fra ekstern tunnelektspertise.*
- *Samtaler med nøkkelpersonell i prosjektet.*
- *Gruppeprosess med prosjektet.*
- *Vurdering av prosjektets kostnadsoverslag med innhenting av nøkkeltall.*
- *Usikkerhetsvurdering av kostnadsestimater.*
- *Usikkerhetsvurdering av generelle usikkerhetsfaktorer.*

Dokumentgrunnlaget for kvalitetssikringen er listet i vedlegg 4. Oversikt over intervjuobjektene og deltagere i gruppeprosessen finnes i vedlegg 3.

HolteProsjekt har benyttet en ekstern tunnelkonsulent fra Sweco Grøner til kvalitetssikring av Kleivene tunnel og deltagelse i gruppeprosess med prosjektet.

2.2 Vurdering av prosjektets styringsdokumentasjon

HolteProsjekt har vurdert prosjektets styringsdokument etter retningslinjer gitt av Finansdepartementet og finner at styringsdokumentasjonen oppfyller retningslinjene.

Styringsdokument for prosjektet er utarbeidet og senest oppdatert 25.november 2004. Dokumentet er oversiktlig og gir et godt grunnlag for den videre styring og detaljering av prosjektet.

Prosjektet bør kontinuerlig oppdatere styringsdokumentet for å gjenspeile alle større endringer, inklusive endringer i kostnadsrammen som følge av ekstern kvalitetssikring. Ved neste oppdatering bør følgende momenter ilegges spesiell vekt:

- Prioritering mellom og spissing av resultatmålene kostnad, tid og kvalitet.
- Kuttliste med fokus på gjennomførbarhet av kuttene og en vurdering av siste beslutningstidspunkt for å gjennomføre et kutt.
- Kontraktstrategi med klargjøring av entreprisform og incentiv- og betalingsmekanismer.
- Detaljering av kostnadsbildet med tabell som viser kostnadsfordeling mellom elementene veg, bru og tunnel.

Så snart bevilgning er avklart bør styringsdokumentasjonen underlegges revisjonkontroll. Dette bør innebære at det eksisterer rutiner for oppdatering av styrende dokumenter som beskriver når og hvordan styrende dokumentasjon skal oppdateres og hvem som eventuelt godkjenner dokumentene.

Styringsdokumentet lister opp de viktigste resultatmålene uten å prioritere disse opp mot hverandre. Sitert fra styringsdokumentet; *"Prosjektet skal bygges med rett kvalitet, til rett tid*

og med rett kostnad". Det er uklart hvilket av resultatmålene tid, kvalitet og kostnad som er viktigst. Generelt bør resultatmål være kvantifisert og målbare.

Kontraksstrategi er beskrevet i styringsdokumentet og begrenser seg i hovedsak til å beskrive oppdeling av entreprisen. Det legges opp til noen få og store entrepriser som er i henhold til Vegdirektoratets policy. Valg av entreprisstruktur er ikke begrunnet i styringsdokumentet. Med et stramt marked med stor etterspørsel og mange samtidige vegprosjekter, er det ikke uten videre gitt at denne strategien er den beste (se drøfting kontraksstrategi, avsnitt 2.4.2). Fordeler og ulemper ved ulike måter å dele opp entreprisene på bør belyses før endelig valg av entreprisform beslutes. Dette gjør det også lettere å identifisere tiltak for å redusere ulempene ved valgte delingsstruktur. Videre savnes en detaljering av entreprisform, betalingsmekanismer og incentivordninger. Dette vil ifølge prosjektet ikke bli besluttet før konkurransegrunnlaget er ferdigstilt.

Styringsdokumentet lister opp en rekke dokumenter som vedlegg uten at det går klart fram om disse også er styrende. Prosjektet bør skille på hva som er styrende dokumentasjon og hva som er referanser. I den grad det er motstridende målsetninger i den styrende dokumentasjonen, bør det etableres et entydig dokumenthierarki.

2.3 Kalkyle og estimatusikkerhet

HolteProsjekt har gjennomført følgende:

- *Gjennomgang av prosjektets kostnadsestimat.*
- *Usikkerhetsvurdering av estimer.*

2.3.1 Kontroll av prosjektets kostnadsestimat

Det ble gjennomført en Anslag prosess med en bredt sammensatt gruppe i mars 2004 som er dokumentert i rapporten "Kvalitetssikring av Kostnadsoverslag ved hjelp av Anslagmetoden, E18 Frydenhaug – Eik, datert Mai 2004". Dette anslaget ble behandlet i Regional kostnadsgruppe i juni 2004. På basis av input fra regional kostnadsgruppe oppdaterte prosjektet det opprinnelige kostnadsoverslaget som er dokumentert i anslag-rapport av 8. november 2004.

Kostnadsnivå i alle anslagene er gitt i Mars 2004 kroner og kan oppsummeres som følger:

P50 opprinnelig anslag, mai 2004:	721,6 MNOK
P50 regional kostnadsgruppe, juni 2004 ² :	533,7 MNOK
P50 gjeldende anslag, november 2004:	645,3 MNOK

HolteProsjekt har gjennomgått kostnadsestimat av november 2004 og vurderer det til å ligge på et rimelig nivå i forhold til prosjektets kompleksitet, blant annet fordi enhetspriser er basert på erfaringer fra tidligere parseller i området. Enkelte kostnadselementer er noe endret i forhold til prosjektets kostnadsestimat. Disse er gjengitt i Tabell 2 nedenfor. Videre er kostnadsnivå i alle anslagene mars 2004. Prisstigning fra mars 2004 til april 2005 er lagt til som en faktor i HolteProsjekts kostnadsoverslag og er nærmere beskrevet i kapittel 2.4.2.

² Regional kostnadsgruppe vurderte generelt enhetsprisene til å være for høye og reduserte omfanget noe.

2.3.2 Prosjektnedbrytningsstruktur (PNS)

PNS som er benyttet i HolteProsjekts analyse følger i hovedsak strukturen fra Anslag og er vist i vedlegg 2.

2.3.3 Kvantifisering av estimatusikkerhet

HolteProsjekt har gjennomgått kostnadselementene i ANSLAG av november 2004, og vurdert de angitte tripplestimatene. Vurderingene er gjort på bakgrunn av;

- samtaler med prosjektets personell,
- vurderinger fra ekstern tunnelekpertise,
- sammenligning med nøkkeltall fra tilsvarende tunnelprosjekter
- arbeid i gruppeprosessen hvor kostnadsoverslaget ble oppdatert iht. endringer.

Tabellen nedenfor viser de gjennomførte endringer i prosjektets kostnadsoverslag av 8.11. 2005. Endringer skyldes i hovedsak økt kunnskap og informasjon om prosjektet.

Det oppdaterte kostnadsoverslaget som legges til grunn for den videre analysen er gjengitt i vedlegg 1, Kostnadsestimat.

Kostnadspost	Endring på kostnads-overslaget	Vurdering
A10 Tiltak eks. vei inkl. g/s 1 (Rv 282)	+ 1,5 MNOK	Sanns. øker 3,3 MNOK og maks øker med 1,15 MNOK. Dette skyldes oppdaterte tall fra tilsvarende oppgradering av Nedre Eikerveg.
A11 Tiltak eks. vei inkl. g/s 2	+ 1,8 MNOK	Maks øker 5,5 MNOK. Dette skyldes at verst tenkelig utfall er fjerning av betongdekke på hele strekningen som fører til tilsvarende kostnad per meter som for A10. Dvs at maks i tripplestimatet for A11 (enhetspris pr. løpemeter veg) er satt til sannsynlig verdi for A10.
A12 Trafikksikkerhetstiltak/ utbedring av kryssområder	+ 6,5 MNOK	Ny kostnadspost. Min lik 4,5 MNOK, sanns. lik 5,5 MNOK og maks 9,5 MNOK. Posten dekker kostnader til tilpasning av eksisterende vegnett i utkanten av prosjektområdet ved Eik og i grensesnittet mot motorvegbrua. Ved Eik planlegges det med oppgradering av ramper med fresing og legging av nye asfalt på eksisterende overbygning. Ved motorvegbrua må rekkverk endres og ramper tilpasses. Maks kostnaden tar høyde for å bytte ut hele overbygning ved Eik.
B4 Portal Frydenhaug	+ 1,2 MNOK	Min øker 3,5 MNOK og sanns. og maks øker 0,5 MNOK. Dette skyldes økte spuntdimensjoner og resultatet av grunnundersøkelser som viser at grunnforholdene ikke er så gode som håpet.
B6 Bru Kobbervikdalen	+ 0,4 MNOK	Sanns. og maks kostnad øker 1 MNOK. Dette skyldes valg av stålkjernepæler og økte råvarepriser på stål og betong. Spesialdesignet rekkverk utgår.
C2 Ny sørgående tunnel	+ 8,4 MNOK	Min og sanns. øker med 12,6 MNOK. Dette skyldes valg av betongelementer i hele profilet, forbud mot jobbing mellom 02.00 og 06.00 og til dels kraftig prisøkning siden mars 2004-anslaget som ikke fanges opp av prisstigningsfaktoren.
C3 Rømningstunnel tverrslag T4	- 1,6 MNOK	Min øker 1 MNOK, sanns. reduseres 2,8 MNOK og max reduseres 3,0 MNOK. Dette skyldes at lengden på tverrslagene nå er endelig bestemt til 595 meter.
C4 Rømningstunnel tverrslag T 7,5	+ 0,9 MNOK	Min øker 0,8 MNOK, sanns. øker 0,3 MNOK og max øker 1,4 MNOK. Dette skyldes at usikkerhetene i antall løpemeter er borte, dvs lengden på tverrslaget er nå endelig bestemt til 152 meter.

D4 Omlegging jernbane	- 3,7 MNOK	Min reduseres med 2 MNOK, sannsynlig reduseres med 4 MNOK og maks reduseres med 5 MNOK. Dette skyldes at det er funnet gode løsninger på utfordringene i Kobbervikdalen som reduserer usikkerheten betraktelig, at det er tegnet kontrakt på arbeidene som er allerede er delvis ferdigstilt og at samarbeidet med Jernbaneverket går bra.
D5 ENØK FoU	- 21,7 MNOK	Min reduseres med 11 MNOK, sannsynlig reduseres med 20 MNOK og maks reduseres med 34 MNOK. Dette skyldes at vanntåkeanlegg er tatt ut av prosjektet, mens trafiksikkerhetstiltak ved motorvegbrua er flyttet til post A12. De eneste kostnadene som inngår er det pålagte ENØK FoU prosjektet.
P2 Prosjekt- og byggeledelse - felleskost	- 3,4 MNOK	Endret prosentsats. Sanns. reduseres til 1,5 % og maks reduseres til 2,0 %. Dette skyldes nye opplysninger knyttet til størrelsen på bidragene til region sør og har sammenheng med den store prosjektmengden i regionen i den aktuelle perioden.
P5 Prosjektering	+ 1,3 MNOK	Min øker med 4 MNOK. Dette skyldes at kontrakt er tegnet og første del av projektering nærmer seg slutten, og kostnadene kan med 10 prosent sannsynlighet ikke bli lavere enn 15 MNOK.
MVA Veg, bru, tunnel, andre tiltak	- 1,9 MNOK	Prosentsats økt med 0,5 % flatt i forhold til tall benyttet i Anslag. Dette skyldes at generell MVA har blitt endret fra 24 til 25 prosent. Kostnad har gått ned fordi beregningsgrunnlaget for MVA er redusert (element "Andre tiltak" er redusert 27 MNOK).
Formelforskjell	-4,5 MNOK	Grunnet forskjeller i beregningsmetodikk mellom Anslag og Baseline blir beregningsresultatet 4,5 MNOK lavere med HolteProsjekt's beregninger. Denne forskjellen er dokumentert i notat oversendt Samferdselsdepartementet i forbindelse med kvalitetssikringen av rv2, Kløfta – Nybakk
Sum endringer	- 14,8 MNOK	Endringer i forhold til ANSLAG av 8.11.2004

Tabell 2: Endringer i forhold til prosjektets kostnadsoverslag datert 8.11.2004. Tallene inkluderer ikke påvirkningen fra usikkerhetsfaktorene beskrevet i kapittel 2.4.

Tabellen nedenfor sammenligner HolteProsjekts grunnkalkyle inklusiv estimatusikkerhet med prosjektets Anslag. Disse tallene reflekterer endringene som er beskrevet i Tabell 2.

For de øvrige kostnadselementene er estimatusikkerheten uendret i forhold til prosjektets kostnadsoverslag.

Kostnadselementer	Anslag (MNOK)	HolteProsjekt (MNOK)	Endring (MNOK)
A Veg	132,4	141,3	8,9
B Bru	66,5	68,5	2
C Tunnel	166,3	172,2	5,9
D Andre tiltak	101	74,2	-26,8
E Byggherrekostnader	77,4	74,8	-2,6
G MVA	57,2	55	-2,2
SUM Kostnad	600,8	586,0	- 14,8

Tabell 3: Sammenligning av Anslag og HolteProsjekts estimat. Tallene inkluderer ikke påvirkningen fra usikkerhetsfaktorene beskrevet i kapittel 2.4.

2.4 Generell usikkerhet

Dette kapittelet beskriver og analyserer de generelle usikkerhetsfaktorene.

2.4.1 Usikkerhetsfaktorer

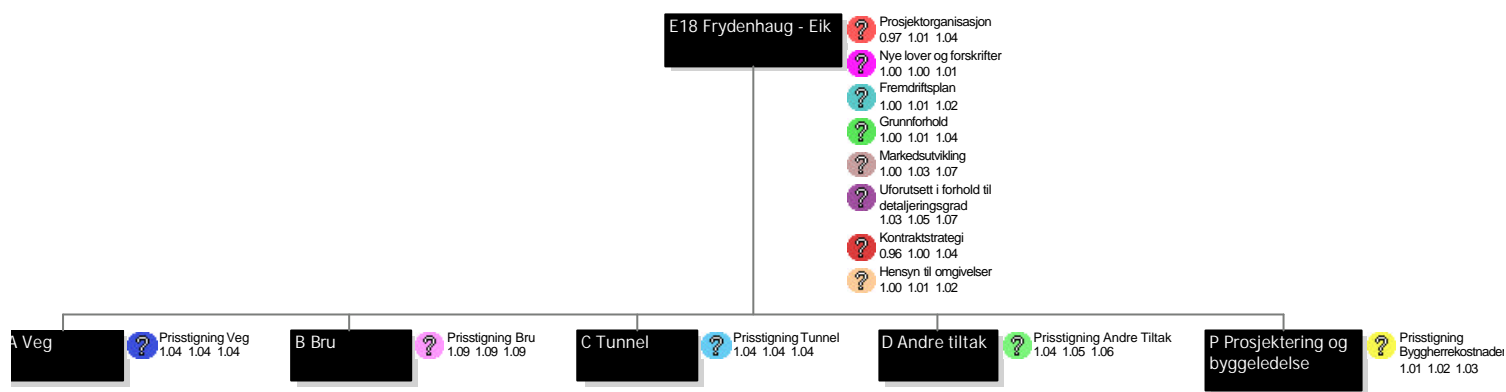
HolteProsjekt har identifisert de største usikkerhetsfaktorene i prosjektet. Faktorene er identifisert gjennom dokumentgjennomgang, samtaler med nøkkelpersonell og en egen gruppeprosess med prosjektet.

Det er en forutsetning for usikkerhetsanalysen at usikkerhetsfaktorene er uavhengige av hverandre og av estimatusikkerheten. Faktorene er derfor definert og avgrenset for å sikre uavhengighet.

Resultatet av identifiseringsprosessen er de faktorer som er gjengitt nedenfor. Disse benyttes i den videre analysen av usikkerhetsbildet og er definert og drøftet i kapittel 2.4.2.

- Prosjektorganisasjon
- Nye lover og forskrifter
- Fremdriftsplan
- Grunnforhold
- Markedsutvikling
- Uforutsett i forhold til detaljeringsgrad
- Prisstigning
- Kontraktstrategi
- Hensyn til omgivelser

I figuren under er faktorene plassert i PNSen etter hvilke kostnadselementer de påvirker.



Figur 2.1 Plassering av generell usikkerhet

2.4.2 Vurdering av usikkerhetsfaktorene

På basis av dokumentgjennomgangen, intervjuene, gruppeprosessen og analyseteamets analyser er usikkerhetsfaktorene beskrevet, drøftet og kvantifisert. Nedenfor beskrives, drøftes og kvantifiseres de enkelte faktorene, samt at det foreslås usikkerhetsreducerende tiltak. Kvantifisering med tilhørende begrunnelser er gjengitt i tabellen nedenfor.

Usikkerhetsfaktor: Prosjektorganisasjon	
Definisjon	Den effekt kvalitet, kapasitet og kontinuitet i prosjektorganisasjonen har på prosjektets kostnader. Dette inkluderer personell, kontraktsadministrasjon, KS-/HMS-systemer, usikkerhetsstyring og informasjonsarbeid.
Den aktuelle situasjon	<p>Prosjektleder og byggeledere for de to store entreprisene er identifisert og delvis involvert i prosjektet. Videre er det planlagt med bruk av personell fra motorvegbrua som etter planen avsluttes slik at personell kan overføres direkte. I tillegg støttes prosjektet med kompetanse fra Regionsstaben, samt at det har knyttet til seg ekstern kompetanse innen jernbaneavvikling og jus.</p> <p>Overlevering av prosjektlederansvar fra planleggingsfasen til byggefasen synes å være godt ivaretatt.</p> <p>Byggelederne har erfaring med sammenliknbare entrepriser fra Motorvegbrua og tidligere prosjekter, hvor det også ble benyttet mengderegulerte enhetspriskontrakter.</p> <p>Kostnadsoppfølging er planlagt med G-prog, hvor kostnadsoverslaget brytes ned til entreprisstruktur og følges opp på prosessnivå.</p>
Drøfting	Prosjektet planlegger å benytte store deler av prosjektorganisasjonen som er benyttet i motorvegbrua. Denne organisasjonen synes å være godt sammensveiset og ha et godt kostnadsfokus og har bevist over tid at de fungerer. Dette er en styrke. På den annen side gjennomføres prosjektet i en periode med mange store veginvesteringer på Østlandet, med mange muligheter for dyktige ressurser. Prosjektet vil derfor oppleve konkurranse om de beste ressursene og kan få problemer med at personell forsvinner. Dette problemet er ytterligere

	<p>forsterket av at omorganisering i vegvesenet har trukket mye kompetanse ut av organisasjonen. Dette vil gjøre det vanskelig å sette sammen en organisasjon med alle fagene inne. Sannsynligvis må prosjektet benytte konsulenter for deler av oppgavene, som fører til noe økte kostnader samt risiko for medarbeidere med dårligere kostnadsfokus. Prosjektet er også avhengig av at motorvegbrua blir ferdig i henhold til plan på grunn av overføring av ressursene.</p> <p>Prosjektorganisasjonen har lang erfaring med bruk av mengderegulerte enhetspriskontrakter av dette omfanget. En eventuell større oppdeling av entreprisene øker oppfølgings- og administrasjonsomfanget og krever sannsynligvis at prosjektorganisasjonen må utvides.</p> <p>Prosjektet benytter statens vegvesens prosjektstyringssystemer som er godt innarbeidet og representerer liten usikkerhet.</p> <p>Prosjektet bør sikre at nødvendig kompetanse innen geologi er tilgjengelig ved behov.</p>		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Personell med fokus på kostnader. God fagkompetanse velger billige og gode løsninger. God kontraktsoppfølging.	Noe innleie av personell. Mister noen personer fra organisasjonen fra motorvegbru.	Mister nøkkelpersonell. Innleie av personell med mindre kompetanse og/eller dårligere kostnadsfokus. Manglende kompetanse på ingeniørgeologi fører til valg av kostbare løsninger.
Kvantifisering	0.97	1.01	1.04
Forslag til tiltak	<ul style="list-style-type: none"> • Gjennomføre trivselsøkende aktiviteter, eksempelvis teambuilding. • Tilknytte ytterligere geologi kompetanse. 		
Usikkerhetsfaktor: Nye lover og forskrifter			
Definisjon	Den effekt nye eller endrede lover, forskrifter og retningslinjer fra myndighetene eller Vegdirektoratet kan ha på prosjektets kostnader.		
Den aktuelle situasjon	Nytt EU-direktiv for krav til sikkerhet i tunneler foreligger, med blant annet strenge krav til valg av ikke brennbare materialer i tunnel.		
Drøfting	Det nye EU direktivet foreligger, men hva som blir konsekvensen for valg av tekniske løsninger er uklart. Prosjektet har planlagt tunnelen med betongelementer i hele tverrsnittet, rømningstunneler, lys i tunnel og full kameraovervåking som prosjektet mener tilfredsstillende kravene i EU-direktivet. Det er derfor lite trolig at dette representerer en stor		

	usikkerhet. Det er ikke ventet nye eller endrede lover eller forskrifter som påvirker prosjektet.		
Forutsetning	Det forutsettes at betongelementer benyttes i hele tunnelvernsnittet og at dette tilfredsstiller de nye EU-kravene til brannsikkerhet i tunneler.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Ingen nye lover eller forskrifter som kan redusere kostnadene.	Prosjektet har tatt høyde for de nye lovene og forskriftene som kan påvirke kostnadene	Nye og uventede lover eller forskrifter øker kostnadene.
Kvantifisering	1.00	1.00	1.01
Forslag til tiltak	<ul style="list-style-type: none"> Prosjektet må holde seg oppdatert på nye lover og forskrifter. 		
Usikkerhetsfaktor: Fremdriftsplan			
Definisjon	Den effekt kvaliteten på fremdrifts- og gjennomføringsplaner har på prosjektets totale kostnader, spesielt effekten av en stram fremdriftsplan.		
Den aktuelle situasjon	<p>Fremdriftsplanen er forsert i forhold til planene under planleggingsfasen. Dette henger sammen med at prosjektet ønsker å åpne i samme tidsrom som åpningen av firefelts veg på E18 mellom Kopstad-Gulli. Det vil da være 4 felt motorveg på hele strekningen mellom Oslo og Tønsberg.</p> <p>Prosjektet er planlagt med stram fremdrift hvor prosjektering, tilbudsprosess (intern og ekstern) og gjennomføring av tunnelentreprisen (Entreprise nord) ligger på kritisk linje. De øvrige entreprisene har bedre tid og er mer fleksible i forhold til gjennomføring.</p>		
Drøfting	<p>Prosjektet er planlagt med få entrepriser og legger dermed større fremdriftsansvar på entreprenøren. Entreprise nord er den største entreprisen og ligger på kritisk linje. Den planlagte gjennomføringen har følgende forutsetninger:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prosjekteringen avsluttes i henhold til plan Raskere enn normal godkjenning av konkurransegrunnlag i Vegdirektoratet (Forventer godkjenning innen 14 dager etter det er oversendt), Entreprenørene har kapasitet til å starte umiddelbart etter at valg av entreprenør er foretatt Den planlagte fremdriften på tunnelarbeidet er realistisk. <p>Briker en av forutsetningene vil konsekvensen sannsynligvis bli forsinket vegåpning da det er svært lite slakk i fremdriftsplanen. Eksisterende fremdriftsplan er meget overordnet og det bør lages detaljerte fremdriftsplaner hvor alle vesentlige avhengigheter er</p>		

	<p>identifisert. Forsinket vegåpning vil innebære tap av prestisje. Forsinkelse vil også kunne skape støy internt i organisasjonen og føre med seg grensesnittsproblematikk, for eksempel mellom tunnel- og elektroentreprisen.</p> <p>På grunn av de strenge restriksjonene som er knyttet til arbeidene på jernbanen og den lange ledetiden som gjelder for planlagt stengning av denne, er det ekstra viktig å unngå forsinkelser her. Det bør etableres alternative planer for å sikre fremdriften i tilfelle uforutsette hendelser ved portal Frydenhaug.</p> <p>Den planlagte fremdriften for gjennomføringen av tunnelentreprisen er stram, men ikke urealistisk, og det er ikke forventet at tilbudene vil bli høyere enn normalt på grunn av dette. Det vil likevel prises inn at det mot slutten av arbeidene må benyttes en rigg på hver hovedstuff og ytterligere en for tverrslagene for å bli ferdig i tide.</p> <p>Prosjektet bør lage milepælsplan som viser kritiske milepæler med tilhørende datoer.</p>		
Forutsetning	<ul style="list-style-type: none"> Finansieringsplan muliggjør optimal fremdrift. 		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Fremdriftsplanen gir ingen muligheter for reduserte kostnader	Stram fremdriftsplan med lite slakk skaper noe økte kostnader og noe høyere risikoprising i tilbudene.	Konkurranses grunnlag kommer ikke ut i tide. Tunnelarbeidene blir forsinket og fører til grensesnittskostnader mot de andre entreprisene.
Kvantifisering	1.00	1.01	1.02
Forslag til tiltak	<ul style="list-style-type: none"> Utarbeide detaljerte fremdriftsplaner, identifisere avhengigheter og kritisk linje samt å fordele slakk på de mest kritiske stedene i prosjektet. Utarbeide milepælsplan som viser de kritiske milepælene for prosjektet. Etablere alternative planer for å sikre fremdriften i tilfelle uforutsette hendelser, spesielt ved portal Frydenhaug. 		
Usikkerhetsfaktor: Grunnforhold			
Definisjon	Den effekt grunnforholdene har på prosjektets kostnader, og inkluderer usikkerhet forbundet med jernbane, setningsskader på bygninger, vanskelige grunnforhold fra Kobbervikdalen til Eik. Usikkerhet knyttet til tunnelarbeidene er ivaretatt i tripplestimat for kostnadselement C2 Tunnel.		
Den aktuelle situasjon	<u>Jernbane:</u> Tunnelåpning på nordsiden av tunnelen har lav overdekning til Sørlandsbanen. Sørlandsbanen legges over ny kulvert ved tunnelåpning i sør. Arbeidet med flytting av jernbane på sørsiden er		

	<p>allerede i gang som en del av de forberedende arbeidene. På nordsiden går jernbanen på en eldre fylling plassert på leirgrunn som ligger i overkant av støttemuren og portalen ved tunnelåpning. Det er gjennomført grunnundersøkelser som viser at det er dypt leirlag med et stort område med kvikkleire mot bunnen. Det er derfor planlagt med 17 meter dyp spunt for å stabilisere massene. Det gjøres også setningsmålinger som registrerer eventuelle setninger.</p> <p>Det er tegnet kontrakt om nedsetting av MOFIX støttemur langs jernbanetraseen på nordsiden for ytterligere å støtte opp jernbanen. Disse arbeidene pågår fra skinnegangen og vil gjennomføres i de planlagte togstoppene i september og mars eller i uforutsette togstopp som følge av arbeider andre steder på jernbanen.</p> <p><u>Setningsskader på bygninger:</u> Tunnelen går under et av de tettest bebygde områdene i Drammen. Det antas at alle bygningene i dette området står på fjell, med unntak av noen få hus i nærheten av tunnelåpningen på nordsiden. Det gjennomføres innvendig og utvendig kartlegging av tilstanden til alle bygninger i området for å unngå eventuelle urettmessige krav om utbedring av bygningsskader.</p> <p><u>Kobbervikdalen – Eik:</u> Eksisterende veg er fundamentert på ustabile masser med noe kvikkleire. Utbygging av industri har også fjernet deler av tidligere fylling langs strekningen uten at det er gjort noen tiltak for å stabilisere massene.</p> <p>Den nye brua ved tunnelåpningen i syd bygges i et område med meget ustabile masser. Det er valgt bruk av stålkjernepæler som fundamentering til fjell.</p>
Drøfting	<p><u>Jernbane:</u> Det er betydelig usikkerhet knyttet til arbeidene på nordsiden av tunnelen på grunn av de ustabile massene og nærgangen til jernbane i drift. Konsekvensen av et grunnbrudd med påfølgende utglidning av jernbanen kan bli katastrofal og prosjektet gjør omfattende tiltak for å unngå at dette skjer. Det må likevel påregnes noen setninger på jernbanen som følge av senkning av grunnvannstand på grunn av arbeidene.</p> <p>Alle arbeider i nærheten av jernbanen må ta spesielle hensyn og krever tett og kontinuerlig oppfølging av prosjektet. Dette øker enhetsprisene og sannsynligvis også antallet endringer.</p> <p>Det er planlagt med 17 meter dyp spunt, som er på grensen av hvor høyt det kan spuntet, over en lengde på 40 meter. Spuntingen har flere usikkerheter, spesielt knyttet til dybden, muligheten for å treffe på store stein og tetting mellom spunt og fjell.</p> <p><u>Setningsskader på bygninger:</u> Hvis alle bygninger er fundamentert på fjell er muligheten for setningsskader veldig liten. Hvis denne forutsetningen brister kan konsekvensen i en viss grad sammenlignes med Romeriksporten med</p>

	<p>betydelige setningskader og skadet naturmiljø. Det er noen få hus ved tunnelåpning nord som er fundamentert på løsmasser med stor risiko for setningsskader på grunn av drenering av grunnvannet. Denne reduseres dog noe av at det allerede er tre fyllinger i anleggsområdet som sannsynligvis har drenert bort mye av grunnvannet. Det er tatt høyde for noen erstatninger for bygningskader i kostnadsoverslaget.</p> <p><u>Kobbervikdalen – Eik:</u> Dagens veg ligger på delvis ustabile masser hvor deler av tidligere fylling er fjernet for å gjøre plass til ny industri. Der er derfor risiko for utglidning som vil øke omfanget og kostnadene og kompliseres av at disse arbeidene skjer langs en sterkt trafikkert veg.</p> <p>Valget av ståljernepæler som fundamentering til fjell for brua ved sydsiden av tunnelåpningen reduserer risikoen for grunnproblemer. Det er noe usikkerhet knyttet til helningen på fjelloverflaten og beliggenheten av bekkekulvert i området.</p>		
Forutsetning	<ul style="list-style-type: none"> Alle hus i bydelen Fjell er fundamentert på fjell. 		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Grunnforhold kan ikke gi lavere kostnader.	Noen problemer med setninger langs jernbane og på enkelte hus i Frydenhaug området.	Spunten lekker i bunn. Setninger ved nordside av tunnel. Jernbanen stoppes i en måned mens det utredes tiltak, tettes, etc. Utglidning av masser mellom Kobbervikdalen og Eik.
Kvantifisering	1.00	1.01	1.04
Forslag til tiltak	<ul style="list-style-type: none"> Krav i konkurransegrunnlag om at det skal tas spesielle hensyn til stabilitet for spunte-rigg ved Frydenhaug. Ytterligere grunnundersøkelser og tett oppfølging av entreprenør ved Frydenhaug. Ytterligere grunnundersøkelser ved Kobbervikdalen. Nye målinger for å kartlegge grunnforholdene fra Kobbervikdalen til Eik. Ekstra fokus på bekkekulvert for å unngå setningsskader. Oppfølgingsprogram for kulvert med målebolt i tak som stikker opp over terreng. 		
Usikkerhetsfaktor: Markedsutvikling			
Definisjon	Den effekt endringer i markedssituasjonen fra nå og frem til kontrahering av de store entreprisene vil ha på prosjektets kostnader. Markedsutvikling representerer forventet markedsutvikling minus den generelle prisstigningen i vegsektoren som prosjektet blir kompensert for over statsbudsjettet.		

Den aktuelle situasjon	<p>Prosjektet planlegger å ha entreprise Nord ute på anbud før fellesferien. Entreprise Nord er den klart største entreprisen og inkluderer alle tunnelarbeidene samt portal, bru og vegutbedringer på nordsiden av tunnelen.</p> <p>Det pågår en rekke store anleggsprosjekter i østlandsområdet inkludert tunnelprosjekter. Spesielt relevant for dette prosjektet er E16 Wøyen – Bjørnum, Ring 3 Sinsen – Økern og Assurtjern som alle vil ha store entrepriser ute på anbud høsten 2005. Se forøvrig vedlegg 7 for en liste over pågående anleggsprosjekter i Østlandsområdet.</p> <p>Nylig innkomne anbud på tunnelarbeider i Bjørvika-prosjektet viser kostnader som ligger i størrelsesorden 15 -20 prosent høyere enn forventet. De store entreprenørene virker å ha fulle ordrebøker og aktiviteten er forventet å øke i 2006. Dette på tross av at store prosjekter er ferdigstilt, for eksempel T-baneringen og Sandvika – Asker.</p>		
Drøfting	<p>Entreprise Nord vil legges ut for anbud i samme tidsrom som store entrepriser for andre store vegprosjekter i Oslo-området. Dette fører til press på entreprenørene både i forhold til å gjennomføre anbuds- og anleggsarbeidene. Dette kan føre til at entreprenørene velger å "satse" på noen av anbudene, mens andre blir nedprioritert. Prosjektet frykter at deres anbud kan bli nedprioritert fordi entreprise nord både er mindre i omfang og sannsynligvis mindre attraktiv ettersom den ligger noe utenfor det sentrale Oslo. En nedprioritering hos de store entreprenørene kan føre til få anbud, høyere priser og lavere kvalitet i anbudsarbeidet.</p> <p>Et begrenset antall rigger og tunnelmannskaper i markedet kan være en fordyrende faktor, og er vanskelig og kostbart å hente fra utlandet. Det er heller ikke spesielt tilrettelagt for at større utenlandske selskaper skal by på entreprisene, noe som reduserer antallet potensielle tilbydere.</p> <p>Risikoen for høye anbud bekreftes av nylig innkomne anbud i Bjørvika prosjektet.</p>		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Markedet forblir uforandret. Frykten for stort press i entreprenør-markedet er overdrevet	Den høye aktiviteten i anleggs- og tunnelmarkedet fører til noe høyere anbud enn det som er lagt til grunn.	Prosjektet blir nedprioritert. Få tilbydere presser prisene høyt.
Kvantifisering	1.00	1.03	1.07
Forslag til tiltak	<ul style="list-style-type: none"> • Bedre samordning mellom tidspunkt for innlevering av tilbud. Dette krever koordinering fra Vegdirektoratet. 		

Usikkerhetsfaktor: Uforutsett i forhold til detaljeringsgrad			
Definisjon	Den effekt forhold som ikke er beskrevet eller priset, men som er nødvendig for å ferdigstille prosjektet, har på prosjektets kostnader.		
Den aktuelle situasjon	<p>Ny tunnelhåndbok 021 vil bli benyttet for første gang i dette prosjektet. Prosjekteringen kvalitetssikres av ekstern rådgiver og konkurransegrunnlaget kvalitetssikres og godkjennes av Vegdirektoratet før konkurranseutlysning.</p> <p>Detaljprosjektering ligger på kritisk linje og gjennomføres raskere enn normalt for denne type prosjekter.</p>		
Drøfting	Prosjektet synes å være godt planlagt med tilstrekkelig detaljeringsgrad i planleggingsfasen. Det er likevel stor sjanse for at enkelte elementer er uteglemt i kostnadsoverslaget, spesielt fordi prosjekteringsarbeidene har hatt en presset tidsplanen.		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering			
Kvantifisering	1.03	1.05	1.07
Forslag til tiltak			
Usikkerhetsfaktor: Prisstigning			
Definisjon	Den effekt prisstigning fra mars 2004 og frem til april 2005 har på prosjektets kostnader.		
Den aktuelle situasjon	<p>Vegindeksen har økt med i snitt 5 prosent fra 1. kvartal 2004 til 1. kvartal 2005. For hovedelementene gjelder følgende prisstigning i samme periode:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3,8 % veg i dagen • 9,4% brukonstruksjoner • 3,9 % tunnel. <p>Fordelt på kostnadspostene i dette prosjektet gir det ca 4,6 % prisstigning totalt.</p>		
Drøfting	Vegindeksen legges til grunn for beregning av prisindeksen. Denne angir ikke reell prisstigning, men er beregnet på basis av prisutvikling på en rekke innsatsfaktorer. Det er derfor sannsynlig at denne ikke gir et helt korrekt bilde av prisutviklingen. Dette kommer blant annet av at den ikke tar hensyn til lokale variasjoner og entreprenørenes varierende påslag.		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering			
Kvantifisering (Kvantifisering er gjort som 5 separate tripplestimat. Se PNS i figur 2.1)			

- Veg	1.038	1.038	1.038
- Bru	1.094	1.094	1.094
- Tunnel	1,039	1,039	1,039
- Andre tiltak	1,040	1,050	1,060
- Byggherre-kostnader	1,015	1,025	1,035
Forslag til tiltak			
Usikkerhetsfaktor: Kontraktstrategi			
Definisjon	Den effekt god/dårlig kontraktstrategi har på prosjektets kostnader.		
Den aktuelle situasjon	<p>Arbeidene er delt inn i tre store entrepriser, Nord, Syd og Elektro. I tillegg kommer en rekke mindre entrepriser for forberedende arbeider, oppgradering av Rv. 282 og grøntarbeider.</p> <p>Entreprisene er planlagt kjørt som tradisjonelle byggherrestyrte delentrepriser med enhetspris og mengderegulering som oppgjørsform. Det finnes i dag standardiserte incitamentsordninger for tunneldrift (ekvivalentregnskap) som vil bli benyttet.</p> <p>Det er per i dag ikke planlagt med noen spesielle incitamentsordninger utover dette.</p>		
Drøfting	<p>Valg av kontraktstrategi må alltid gjøres på basis av markedssituasjonen. Markedet er som beskrevet under faktoren Markedsutvikling meget stramt, noe som gjør valg av riktig strategi viktig.</p> <p>Kontraktstrategi er valgt spesielt med hensyn til oppdeling av entreprisene. Entrepriseform og betalingsmekanisme er ikke beskrevet i styringsdokumentet (se vurdering av styringsdokumentasjon, avsnitt 2.2). I den etterfølgende drøfting forutsettes det at prosjektet har mulighet til å endre på kontraktstrategi.</p> <p>Prosjektet har valgt å benytte to store anleggsentrepriser. Dette reduserer antall grensesnitt, gir entreprenøren mulighet for stordriftsfordeler og reduserer kravet til koordinering og oppfølging på byggherreorganisasjonen. På den annen side reduseres antallet entreprenører som har mulighet til å delta i konkurransen. Dette vil kunne være kostnadsdrivende, spesielt sett i lys av det pressede markedet med mange store entrepriser i samme tidsrom. En større oppdeling av entreprisene vil øke konkurransen ved at flere små og lokale entreprenører kan delta. Dette gjelder spesielt veg og bru arbeidene.</p> <p>Markedet er også i endring som følge av at det er gjort enklere å benyttes seg av utenlands arbeidskraft. Ved mindre entrepriser øker sannsynligvis muligheten for at mindre norske entreprenører med stort</p>		

	utenlandsk innslag melder seg på i konkurransen.		
	Vegdirektoratet oppfordrer prosjektene til å ta i bruk alternative kontraktsformer. På grunn av den korte planleggingsperioden egner ikke dette prosjektet seg for eksperimentering selv om HolteProsjekt er av den oppfatning at alternative kontraktsformer generelt kan ha store fordeler.		
	Prosjektet har ikke planlagt med bruk av spesielle incentivmekanismer. Dette begrenser muligheten til å utnytte innsparingspotensialet. På et generelt grunnlag anbefaler vi at det i enhetspriskontrakter hvor mengdene kan øke benyttes incitamenter, for eksempel ved premiering av å holde mengdene nede.		
Forutsetning	Det forutsettes at prosjektet har mulighet til å endre kontraktsstrategi.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Prosjektet deles opp i mindre entrepriser som øker konkurransen og reduserer kostnadene	Prosjektet benytter enhetspriskontrakter som ligger til grunn for tallene i kostnadsoverslaget.	Oppdeling av entrepriser virker fordyrende fordi stordriftsfordeler ikke utnyttes og byggherreorganisasjonen får økt koordineringsomfang. Små entreprenører leverer dårlig kvalitet som fordyrer og forsinker prosjektet.
Kvantifisering	0.96	1.00	1.04
Forslag til tiltak	<ul style="list-style-type: none"> • Vurdere større oppdeling av entreprisene for veg- og bruarbeider. • Benytte incitamenter som premierer entreprenøren for å holde mengdene nede. 		
Usikkerhetsfaktor: Hensyn til omgivelser			
Definisjon	Den effekt hensyn til omgivelser har på prosjektets kostnad, herunder effekt av sprengningsrestriksjoner, trafikkavvikling og beboere som fører til økte krav fra entreprenør.		
Den aktuelle situasjon	<p>Prosjektet er et typisk byprosjekt som berører trafikanter og beboere og har stor samfunnsmessig interesse.</p> <p>Tunnelen går under et av de tettest bebodde områdene i Drammen og sprengningene vil føre til rystelser som merkes i disse områdene. Prosjektet gjennomfører bygningsbesiktigelse i forkant av arbeidene for å dokumentere bygningsstand og eventuelle skader.</p> <p>Prosjektet vil legge strenge sprengningsrestriksjoner på entreprenørene med sprengning kun tillatt mellom 07.00 og 22.00. I tillegg er oppfølgingen av arbeidsforbudet i tidsrommet mellom 02.00</p>		

	<p>og 06.00 innskjerpet.</p> <p>Alle vegarbeidene vil pågå langs eller på eksisterende E18 som er sterkt trafikkert. Det er planlagt med en del midlertidig vegar samt bruk av eksisterende Rv. 282 til omkjøring. Ved sprengning av tverrslagene og tunnelåpning nord vil også trafikken måtte stoppes i perioder på grunn av fare for steinsprut. Det samme gjelder for arbeidene med brua og støttemuren på nordsiden av tunnelen. Kostnad for stengning av veg er kr. 10.000 per gang, og kan ikke gjøres før 23.00 om kvelden.</p>		
Drøfting	<p>Det må forventes klager og tilbakemeldinger fra beboere som føler rystelser på grunn av sprengningsarbeidene, og prosjektet må ha en informasjonsstrategi som sikrer at dette ikke påvirker prosjektet. Spesielt må det forberedes hvordan beboere som klager på bygningsskader skal håndteres. Prosjektet er i gang med byggningsbesiktigelse som har en preventiv virkning samtidig som det hindrer urettmessige utbetalinger.</p> <p>Strengt sprengningsrestriksjoner er en forutsetning for å gjennomføre sprengningsarbeidene. Dette kan også føre til problemer i forbindelse med sprengning som medfører stengning av veien. Dette kan føre til ikke optimal fremdrift og krav om tillegg fra entreprenør.</p> <p>Den store trafikken er også en utfordring, spesielt helgetrafikken. E18 gjennom Buskerud og Vestfold er ulykkesbelastet og en alvorlig trafikkulykke innenfor anleggsområdet vil være en stor belastning. Videre vil arbeidene, spesielt ved breddeutvidelsen mellom Kobbervikdalen og Eik påvirkes, ettersom de må gjennomføres med stor trafikk gjennom anleggsområdet. Her er det viktig med godt gjennomarbeidete faseplaner.</p> <p>Innskjerping av arbeidsmiljølovens bestemmelser vedrørende nattarbeid mellom 02.00 til 06.00 vil kunne føre til økte kostnader. Streng fortolkning av restriksjoner på nattarbeid mellom 02.00 og 06.00 er vurdert å føre til 1 time mindre drift om dagen. Dette innebærer en merkostnad på om lag 10.000 kroner dagen og totalt 5,5 MNOK.</p>		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Påvirkning fra omgivelsene kan ikke føre til lavere kostnader	Streng fortolkning av arbeidsrestriksjonene på natten fører til noe høyere tilbudspriser.	Mye klager og erstatningssaker fra beboere. Streng fortolkning av arbeidsrestriksjonene på natten fører til høyere tilbudspriser.
Kvantifisering	1.00	1.01	1.02
Forslag til tiltak	<ul style="list-style-type: none"> Utarbeide informasjonsstrategi som inkluderer håndtering av beboere berørt av sprengning og trafikanter (eksempelvis innkalle til informasjonsmøte før oppstart av sprengningsarbeider der det informeres om sprengning og rystelser og tidspunktet for disse). 		

	<ul style="list-style-type: none">• Kommunisere klart i konkurransegrunnlaget de spesielle restriksjonene knyttet til sprengning og arbeidsforbud om natten.• Tett samarbeid med entreprenør for å minimalisere konsekvensen av restriksjonen på nattarbeid.• Gjennomføre jevnlig oppdatering av faseplaner i forbindelse med trafikkavvikling.
--	---

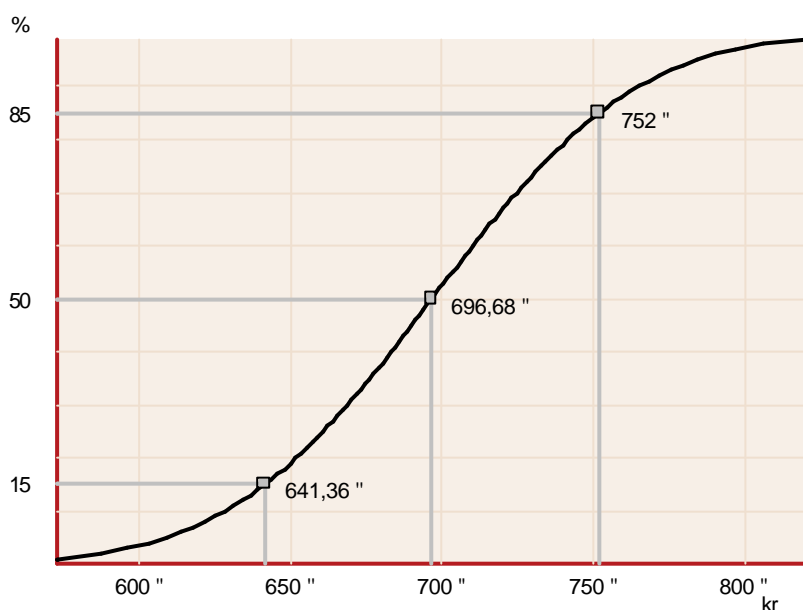
3 Analyseresultater, konklusjon og anbefalinger

3.1 Analyseresultat

3.1.1 Sannsynlighetskurve

Sannsynlighetskurven nedenfor viser resultatene av usikkerhetsberegningene.

Kurven uttrykker sannsynligheten for at prosjektet kan gjennomføres innenfor den korresponderende total kostnaden.



Figur 3.1 Sannsynlighetskurve (alle tall er 2005-kroner)

Kurven viser at det er 50 % sannsynlig at prosjektet kan gjennomføres innenfor en kostnad på 697 MNOK, som omregnet i mars 2004 kroner er 666 MNOK. Dette er 21 MNOK mer enn prosjektets P50 kostnadsoverslag på 645 MNOK.

Kurven viser videre at det er 85 % sannsynlighet for at prosjektet kan gjennomføres innenfor en kostnad på 752 MNOK.

	Prosjektet, mars 2004	HolteProsjekt, mars 2004	HolteProsjekt, april 2005
P50	645 MNOK	666 MNOK	697 MNOK
P85	690 MNOK ³	719 MNOK	752 MNOK

Tabell 4: Sammenligning av prosjektets opprinnelige og HolteProsjekts kostnadsoverslag. Tallene fra prosjektet gjenspeiler prisnivået pr. mars 2004, Holteprosjekts tall tilsvarer henholdsvis prisnivået mars 2004 og april 2005.

³ Tall ekstrahert manuelt fra S-kurve i Anslag

3.1.2 Rangering av usikkerhet

Paretodiagrammet nedenfor reflekterer den beregningen som er gjort og det resultatet som er vist ovenfor, og angir forholdenes relative bidrag til den totale usikkerhet. Dette gir grunnlag for å etablere tiltaksplan med prioritering av tiltak for å kunne redusere usikkerheten og derved sikre måloppnåelse.



Figur 3.2 Paretodiagram

3.2 Konklusjon

Som S-kurven i figur 3.1. viser er det 50% sannsynlig at prosjektet gjennomføres til en kostnad 697 MNOK eller mindre. Videre er det 85% sannsynlig at prosjektet ikke vil overskride 752 MNOK. Dette gir et standardavvik på under 8% og prosjektets totale usikkerhet vurderes av HolteProsjekt som akseptabelt. Etter HolteProsjekts oppfatning gir dette usikkerhetsspennet, sammen med vurderinger foretatt av blant annet styringsdokumentasjon og usikkerhetsfaktorer, tilstrekkelig grunnlag for å fremme forslag om godkjenning av prosjektet med kostnadsramme.

De faktorer som påvirker prosjektet i størst grad er gjengitt i figur 3.2 i prioritert rekkefølge. Av disse bør prosjektet fokusere på de største; ny sørgående tunnel, kontraktsstrategi, prosjektorganisasjon, markedsutvikling, ny tofelts veg inkludert midtdeler og grunnforhold. Disse faktorene utgjør til sammen nesten 80% av prosjektets totale usikkerhet. Som en del av god kostnadsstyring må prosjektet styre denne usikkerheten ved å forfølge muligheter og redusere risiko eller trusler. Det er viktig at valg av kontraktsstrategi må ses i sammenheng med den aktuelle markedssituasjonen.

3.2.1 C2 Ny sørgående tunnel

Ny sørgående tunnel er planlagt som én entrepris og har en anslått kostnad på 140 MNOK. Dette kostnadselementet kommer øverst i Paretodiagrammet (m.a.o. den usikkerhet som har størst kostnadskonsekvens). Dette skyldes både stor variasjon i enhetspris (kostnad pr. løpemeter tunnel) og størrelsen på kostnadselementet (entreprisen). All usikkerhet knyttet til geologi er hensyntatt i trippelsestimat for tunnel.

Differansen i enhetspris henger i hovedsak sammen med variasjon i sikrings- og injeksjonsmengder. Disse mengdene er avhengig av geologien i tunnellopet. Undersøkelser indikerer godt fjell i sydlig del av tunnel, mens det mot portal Frydenhaug er dårligere fjell med enkelte svakhetssoner og sannsynligvis mye vann. Dårlig fjell øker sikringsmengden. Mye vann øker injeksjonsmengden og sinker fremdriften på tunnelarbeidene. Disse faktorene er alltid usikre og det er i liten grad gjennomført grunnundersøkelser utover

fjelldybdemålinger for å redusere usikkerheten. Et unntak er portalåpning Frydenhaug hvor det er gjennomført kjerneboring med bedre enn forventet resultat.

Et annet forhold er hvilken teknisk løsning entreprenørene legger til grunn i tilbudet. En løsning med bruk av en rigg med vekseldrift for alle tunnelarbeidene er gjennomførbart og rimelig, men kan bli for sent i forhold til de stramme fremdriftskravene. Alternativet med to eller tre rigger mot slutten av tunnelen er mer sannsynlig, men også mer kostbart.

Produksjonen på tunnelentreprisen er planlagt startet i desember 2005 og det er i liten grad mulig å gjøre tiltak for å redusere usikkerheten. Det er likevel viktig å fokusere på kvalitet i konkurransegrunnlaget som sikrer lavest mulig tillegg og endringer.

Kontraktsmessige og anbudsmessige forhold knyttet til tunnel er drøftet nedenfor.

3.2.2 Kontraksstrategi

Ved valg av kontraktstrategi bør markedssituasjonen vurderes. Markedet er stramt og det forventes at flere store prosjekter er sammenfallende i tid med Frydenhaug - Eik. Dette kan føre til at det blir få tilbydere med den planlagte entrepriseoppdelingen som er noen få og store entrepriser. En ytterligere oppdeling av entreprisene vil kunne øke konkurransen og lavere priser, men vil føre til mer administrasjon fra byggherren og større risiko i gjennomføringsfasen.

Prosjektet har ikke planlagt med bruk av spesielle incentivmekanismer. Dette begrenser muligheten til å utnytte innsparingspotensialet. På et generelt grunnlag anbefaler vi at det i enhetspriskontrakter hvor mengdene kan øke benyttes incitament, for eksempel ved premiering av å holde mengdene nede.

3.2.3 Prosjektorganisasjon

Prosjektet planlegger å benytte store deler av prosjektorganisasjonen som er benyttet i motorvegbrua. Denne organisasjonen synes å være godt sammensveiset og ha et godt kostnadsfokus. Mye av kompetansen fra prosjektet ny motorvegbru kan gjenbrukes i Frydenhaug Eik og det blir derfor viktig å sikre disse ressursene i prosjektet. I tillegg til stram kostnadskontroll og god usikkerhetsstyring blir det viktig med tett oppfølging av de ulike entreprisene.

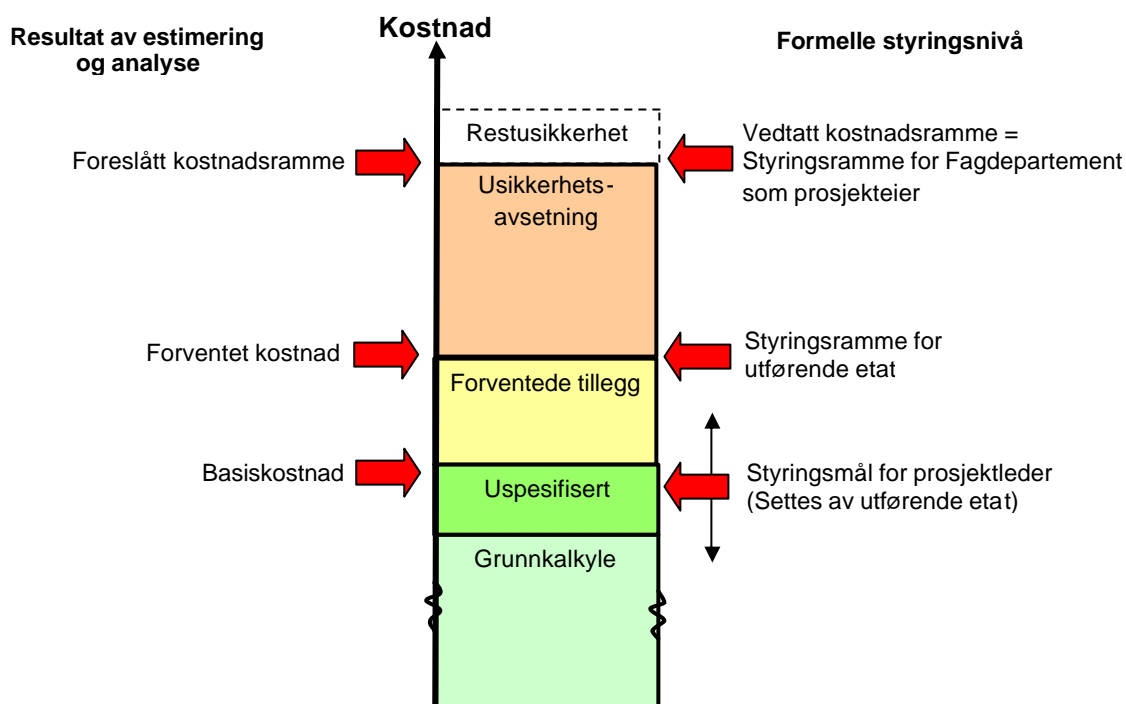
3.2.4 Markedsutvikling

Det er begrenset hvilke muligheter prosjektet har til å påvirke markedsutviklingen. Siden det ikke er mulig å gjennomføre prosjektet med egne ressurser er man prisgitt markedet og de mekanismene som gjelder. Endringer i markedssituasjonen kan gi til dels store prisutslag. Faktor for markedsutvikling er satt til 1.00, 1.03 og 1.07 for henholdsvis min, sannsynlig og maks estimat, eksklusiv den generelle prisstigningen i vegsektoren som prosjektet blir kompensert over statsbudsjettet. I tillegg er kostnadsoverslaget fra prosjektet justert slik at alle tall gjenspeiler kostnadsnivå pr. april 2005. HolteProsjekt mener derfor at faktoren gjenspeiler forventet markedsutvikling. Prosjektet bør vurdere markedsutviklingen kontinuerlig fremover for kunne møte den med en best mulig kontraksstrategi (ref. avsnitt 3.2.2).

3.3 Anbefalinger

3.3.1 Anbefalt finansieringsramme

Nedenstående figur setter de mest sentrale begrepene i en usikkerhetsanalyse sammen i en helhet. Figuren viser sammenhengene mellom økonomiske størrelser for et prosjekt.



Figur 3: Kostnadsbilde

HolteProsjekt baserer seg på de definisjoner som er angitt i Concepts felles begrepsapparat. Disse er gjengitt i tabellen nedenfor.

Begrep	Definisjon
Grunnkalkyle	Den deterministiske summen av sannsynlig kostnad for alle spesifiserte, konkrete kalkyleelementer (kostnadsposter) på analysetidspunktet.
Forventede tillegg	Kostnader som man av erfaring vet kommer, men som ikke er kartlagt på grunn av manglende detaljeringsgrad og kostnadsbidrag fra indre- og ytre påvirkninger og hendelser.
Forventet kostnad	Summen av grunnkalkylen, uspesifiserte og forventede tillegg.
Usikkerhetsavsetning	Avsetning for å oppnå ønskete sikkerhet mot overskridelse av kostnadsramme. Det forventes ikke at denne posten brukes av prosjektet. Avsetningen styres på et høyere nivå enn prosjektleder. Midler utløses etter behov i samsvar med forhåndsdefinerte kriterier/retningslinjer. Denne posten skal

	være inntakt etter prosjektgjennomføring i den grad det ikke foreligger hendelser som kan begrunne bruk av denne posten.
Kostnadsramme	Summen av forventet prosjektkostnad og avsetning for usikkerhet. Kostnadsrammen definerer hvor stor finansiering som er satt av for å gjennomføre prosjektet. Prosjektet har bare en kostnadsramme.

Tabell 5: Begreper

HolteProsjekt anbefaler følgende rammer for prosjektet E18 Frydenhaug - Eik

Nivå	Tema	MNOK
	Grunnkalkyle	571
Nivå 1	Forventede tillegg	125
	Forventet kostnad / Styringsramme for Vegvesenet	696
Nivå 2	Usikkerhetsavsetning	40
	Kostnadsramme / P85 – kuttliste⁴	736

Tabell 6: Styrings- og kostnadsramme

Grunnkalkyle

Grunnkalkyle er utarbeidet med mengder og enhetspriser og inneholder ingen poster for uteglemte/uspesifiserte kostnader. Grunnkalkylen er på 571 MNOK .

Forventede tillegg

Forventede tillegg, herunder uforutsett, 125 MNOK, (i tillegg til grunnkalkylen) tilsvarer en ramme med 50% sannsynlighet for ikke å få overskridelse.

Usikkerhetsavsetning

Usikkerhetsavsetning 40 MNOK, (i tillegg til grunnkalkylen og forventede tillegg) tilsvarer en ramme med 85% sannsynlighet (minus kuttliste alternativ 1) for ikke å få overskridelse.

Kostnadsramme/ finansieringsramme

Anbefalt kostnadsramme 736 MNOK, baseres på at det er 85% sannsynlighet for ikke å overskride rammen, og at kuttlisten anvendes ved overskridelser av styringsrammen (P50). Kuttlisten for prosjektet er på 15,75 MNOK (alternativ 1) og er vist i vedlegg 5.

Styringsmål

⁴ Kuttliste alternativ 1, tilsvarende 15,75 MNOK er lagt til grunn. Se vedlegg 5.

HolteProsjekt anbefaler at prosjektet benytter P45 (690 MNOK) som styringsmål for å sikre en stram kostnadsstyring. Videre anbefales det at resultatmålene konkretiseres, kvantifiseres og prioriteres for å gi et best mulig styringsgrunnlag.

HolteProsjekt anbefaler videre at prosjektet ved prosjektleder fastlegger styringsmål for de enkelte delprosjekter / byggeledere på nivå med grunnkalkylen. Dette vil gi prosjektleder det nødvendige handlingrommet som behøves for å møte styringsmålet.

3.3.2 Retningslinjer for håndtering av avsetninger til forventede tillegg og usikkerhet

HolteProsjekt anbefaler at avsetninger til forventede tillegg og usikkerhet styres med basis i den organisering som foreligger og ut fra behovet for faglig og myndighetsmessig helhetsvurdering på det enkelte beslutningsnivå.

Avsetningene til forventede tillegg og usikkerhet skal kun benyttes for spesielle formål etter en helhetlig vurdering. HolteProsjekt anbefaler følgende retningslinjer for disponering av disse midlene.

Basert på den gjennomførte analysen har HolteProsjekt følgende anbefalinger:

Prosjektleder

- Har P45 som styringsmål.
- Disponerer P50 etter retningslinjer fra Vegdirektoratet.
- Skal i samråd med Vegdirektoratet forelegge for departementet endringer som overskrider P50.
- Skal protokollføre godkjente endringer.

Samferdselsdepartementet

- Disponerer prosjektets reserveavsetning opp til P85 minus kuttliste.
- Skal ved behandling av eventuell bruk av reserveavsetningen inkludere en analyse av hvorledes resterende avsetning er tilstrekkelig til å sikre overholdelse av vedtatte rammer.
- Skal protokollføre godkjente endringer.

VEDLEGG 1 – Kostnadsestimat

Navn	Best	Sannsynlig	Verst	Forventet
E18 Frydenhaug - Eik	430 649 484	570 655 444	757 221 402	586 175 443
A Veg	104 561 950	151 374 444	210 856 937	155 597 777
A101 Ny tofelts veg inkl.midtdeler og lys	40 320 000	56 000 000	67 200 000	54 506 666
A102 Breddeutvidelse eks veg	5 400 000	10 800 000	21 600 000	12 600 000
A2 Av/påkjøring Bangeløkka	2 000 000	3 500 000	6 000 000	3 833 333
A3 Frydenhaugv.inkl. fortau	1 156 831	1 906 667	2 656 502	1 906 666
A4 Omlegging RV 282	15 358 025	19 693 333	24 028 641	19 693 333
A5 Rundkjøring Kobbervikdalen	3 000 000	4 000 000	6 000 000	4 333 333
A6 Ramper Kobbervikdalen	3 500 000	4 500 000	6 000 000	4 666 666
A7 Anlegg interimsvei	5 425 163	9 044 444	12 663 725	9 044 444
A8 Øvrig drifts/adkomst/turveier	701 931	1 080 000	1 458 069	1 080 000
A9 Tiltak eksisterende Rv 282	1 300 000	1 950 000	3 250 000	2 166 666
A10 Tiltak eks. vei inkl. g/s 1	7 800 000	15 000 000	20 000 000	14 266 666
A11 Tiltak eks. vei inkl. g/s 2	3 500 000	5 000 000	11 500 000	6 666 666
A12 Trafikksikkerhetstiltak/utbedring av kryssområder	4 500 000	5 500 000	9 500 000	6 500 000
MVA Veg	10 600 000	13 400 000	19 000 000	14 333 333
B Bru	55 575 000	75 850 000	96 325 000	75 916 666
B1 Frydenhaug bru	12 000 000	16 000 000	18 000 000	15 333 333
B2 Rive Frydenhaug bru	1 000 000	2 500 000	5 000 000	2 833 333
B3 Midlertidig g/s bru Frydenhaug	1 500 000	2 000 000	2 500 000	2 000 000
B4 Portal Frydenhaug	17 500 000	23 500 000	30 500 000	23 833 333
B5 Kulvert Kobbervikdalen	6 000 000	9 000 000	11 000 000	8 666 666
B6 Bru Kobbervikdalen	10 000 000	14 000 000	18 000 000	14 000 000
B7 Støttemur Kobbervikdalen	75 000	150 000	225 000	150 000
B8 Utvidelse av kulvert Kobbervikdalen	1 000 000	1 500 000	2 500 000	1 666 666
MVA Bru	6 500 000	7 200 000	8 600 000	7 433 333
C Tunnel	147 596 000	186 781 000	236 356 000	190 244 333
C1 Oppgradering av eks. tunnel	6 000 000	9 000 000	12 000 000	9 000 000
C2 Ny sørgående tunnel	111 600 000	138 600 000	171 000 000	140 400 000
C3 Rømningstunnel tverrslag T4	11 900 000	16 065 000	23 800 000	17 255 000
C4 Rømningstunnel tverrslag T 7,5	3 496 000	5 016 000	8 056 000	5 522 666
MVA Tunnel	14 600 000	18 100 000	21 500 000	18 066 666
D Andre tiltak	63 933 201	85 966 667	119 000 132	89 633 333
D1 Støytiltak skjerm	9 200 000	12 000 000	24 000 000	15 066 666
D2 Støytiltak lokale tiltak	4 327 738	10 000 000	15 672 262	10 000 000
D3 Trafikkstyring	6 775 418	10 000 000	13 224 582	10 000 000
D4 Omlegging jernbane	5 000 000	7 000 000	10 000 000	7 333 333
D5 ENØK FoU	4 000 000	5 000 000	6 000 000	5 000 000
D6 trafikkavvikling i anleggsperioden	3 030 045	4 266 667	5 503 288	4 266 666
D7 Riving av hus	400 000	1 000 000	1 600 000	1 000 000
D8 Grønt anlegg	5 000 000	7 000 000	9 000 000	7 000 000
D9 Ellers annet	12 500 000	14 500 000	16 500 000	14 500 000
MVA Andre tiltak	13 700 000	15 200 000	17 500 000	15 466 666
P Prosjektering og byggeledelse	58 983 333	70 683 333	94 683 333	74 783 333
P1 Påløpte	1 000 000	1 500 000	2 000 000	1 500 000
P2 Prosjekt- og byggeledelse - felleskost	4 600 000	6 800 000	9 100 000	6 833 333
P3 Prosjekt- og byggeledelse - årsverk	25 783 333	29 183 333	32 583 333	29 183 333
P4 Byggherre rigg	600 000	1 200 000	3 000 000	1 600 000
P5 Prosjektering	15 000 000	18 000 000	30 000 000	21 000 000
P6 Grunnerv	12 000 000	14 000 000	18 000 000	14 666 666

VEDLEGG 2 – Prosjektnedbrytningsstruktur (PNS)



VEDLEGG 3 – Prosessdeltakere

Følgende personer deltok i gruppeprosessen:

Navn	Rolle	Organisasjon
Bertil Horvli	Prosjektleder planfase	SVV
Kjell Nykmark	Byggeleder nord	SVV
Bjørn Kleppestø	Prosjektleder byggefase	SVV
Morten Børresen	Byggeleder sør	SVV
Ole Fromreide	Region Øst - tunnelektspert	SVV
Roar Kjeldsen	Prosjekteringsleder	SVV
Knut Astrup (Prosessleder)	Prosessleder	HolteProsjekt
Glenn Steenberg	Baseline – operatør	HolteProsjekt
Jan K.G. Rohde	Tunnel ekspert	Sweco Grøner

Det ble gjennomført samtaler med følgende personer:

Navn	Rolle	Organisasjon
Bertil Horvli	Prosjektleder planfase	SVV
Kjell Nykmark	Byggeleder nord	SVV
Bjørn Kleppestø	Prosjektleder byggefase	SVV
Grete Tvedt	Kontrollingeniør Geoteknikk	SVV
Steinar Moe	Jernbaneteknisk	Track & Road AS
Roar Kjeldsen	Prosjekteringsleder	SVV
Sven Narum	Prosjektingeniør Planfase	Vianova

VEDLEGG 4 - Dokumentliste

HolteProsjekt har mottatt følgende dokumenter:

	Dokument	Dato
1.	Melding med forslag til konsekvensutredningsprogram	Mars 2003
2.	Konsekvensutredningsprogram fastsatt av Vegdirektoratet	Juli 2003
3.	Kvalitetsplan konsekvensutrednings- og reguleringsplanfase	07.01.2004
4.	Konsekvensutredning	Mars 2004
5.	Vegdirektoratets sluttdokument for konsekvensutredningen	27.07.04
6.	ANSLAG-rapport	Mai 2004
7.	Kvalitetssikring av kostnadsberegning i regional kostnadsgruppe	Juni 2004
8.	Revidert ANSLAG	08.11.04
9.	Reguleringsplan	Oktober 2004
10.	Reguleringsplanbeskrivelse	Juni 2004
11.	Illustrasjonsplan	Oktober 2004
12.	Overleveringsdokument fra planfase til byggefase	25.11.04
13.	Kvalitetsplan byggeplanfase	25.11.04
14.	Styringsdokument (dette dokumentet)	25.11.04
15.	Melding med forslag til konsekvensutredningsprogram	Mars 2003
16.	Konsekvensutredningsprogram fastsatt av Vegdirektoratet	Juli 2003
17.	Kvalitetsplan konsekvensutrednings- og reguleringsplanfase	07.01.2004
18.	Notat – Plassering av påhugg for rømningstunneler i dagen.	10.11.2004
19.	Geoteknisk rapport - Parsell: Samlerapport for/ revisjon av, rapport Fd614A1 – Fd614A7	03.03.2005
20.	Geoteknisk rapport - Parsell: Kobbervikdalen	11.06.2004
21.	Rapport "Jernbaneteknikk" – Prinsippløsning med omkjøringsløyfe og jernbanespolet fundamentert på lausmassetunnel for kryssingspunkt "Ny E18" og Vestfoldbanen i Kobbervikdalen	Oktober 2003
22.	Endringer i kostnadsoverslag for E18 Frydenhaug – Eik	-

VEDLEGG 5 – Kuttliste

Elementer	Antatt besparelse:	Siste beslutnings- tidspunkt
Kobbervikdalen - Eik: Redusert standard (Alt 1)	10 000 000	01.03.2006
Kobbervikdalen - Eik: Kutte oppgradering (Alt 2)	70 000 000	01.03.2006
ENØK tiltak kuttet ut	5 000 000	01.07.2006
Avrampe mot Drammen ved Bangeløkka beholdes	750 000	01.08.2006
Sum kutt alternativ 1	15 750 000	
Sum kutt alternativ 2	85 750 000	

VEDLEGG 6 – Anbefalte tiltak

Tiltaket påvirker forholdet:	Forslag til tiltak:
C2 Ny Sørgående tunnel	<ul style="list-style-type: none"> • Fokuserer på kvalitet i konkurransegrunnlaget for tunnelentreprisen. • Tett oppfølging av entreprenør for tunnelentreprisen.
Kontraktstrategi	<ul style="list-style-type: none"> • Vurdere større oppdeling av entreprisene for veg- og bruarbeider. • Benytte incitament som premierer entreprenøren for å holde mengdene nede.
Prosjektorganisasjon	<ul style="list-style-type: none"> • Gjennomføre trivselsøkende aktiviteter, eksempelvis teambuilding. • Tilknytte ytterligere geologi kompetanse.
Markedsutvikling	<ul style="list-style-type: none"> • Bedre samordning mellom tidspunkt for innlevering av tilbud. Dette krever koordinering fra Vegdirektoratet.
Grunnforhold	<ul style="list-style-type: none"> • Krav i konkurransegrunnlag om at det skal tas spesielle hensyn til stabilitet for spunte-rigg ved Frydenhaug. • Ytterligere grunnundersøkelser og tett oppfølging av entreprenør ved Frydenhaug. • Ytterligere grunnundersøkelser ved Kobbervikdalen. • Nye målinger for å kartlegge grunnforholdene fra Kobbervikdalen til Eik. • Ekstra fokus på bekkekulvert for å unngå setningsskader. Oppfølgingsprogram for kulvert med målebolt i tak som stikker opp over terreng.

Vedlegg 7 – Sammenlignbare prosjekter

Anleggsprosjekter i Østlandsområdet i prosjektperioden			
Prosjekt	Region	Anleggsperiod	Størrelse
Lysaker - Sandvika	Tog	2007 - 2011	1000MNOK
Kopstad - Gulli	Sør	2004 - 2007	1550 MNOK
Bjørvika	Øst	2006 - 2011	4500 MNOK
Ring 3 Sinsen-Økern	Øst	2005 - 2010	1600 MNOK
Kløfta-Nybakk	Øst	2004 - 2007	550 MNOK
Svingenskogen-Åsgård	Øst	2006 - 2009	2000 MNOK
Dobbeltspor til Ski	Tog	2006 - 2011	490 MNOK
Vinterbro - Assurtjern	Øst	2006 - 2009	1000 MNOK
Wøyen - Bjørnum	Øst	2005 - 2008	1000 MNOK
Gardermoen - Kolomoen	Øst	2006 - 2009	300 MNOK
Grimstad - Kristiansand	Sør	2006 - 2009	2000 MNOK