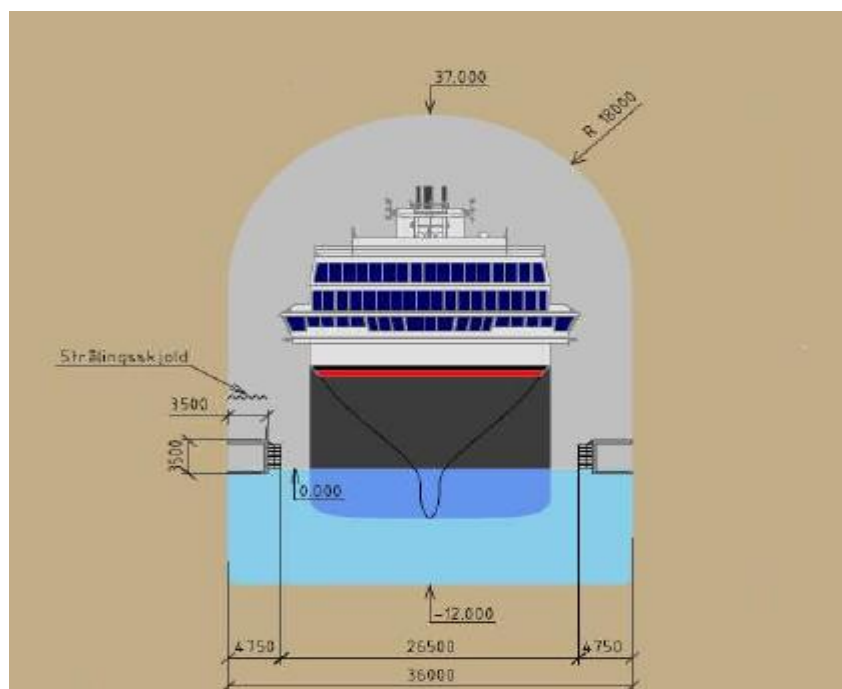


KS1 Stad skipstunnel- Usikkerhetsanalyse

Utarbeidet for Fiskeri- og kystdepartementet og
Finansdepartementet

13. mars 2012



Innhold

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER.....	1
1 BAKGRUNN	5
1.1 Beskrivelse av alternativene.....	5
1.1.1 Alternativ 0 – Nullalternativet	5
1.1.2 Alternativ 1 – Liten tunnel	5
1.1.3 Alternativ 2 – Stor tunnel.....	5
2 PROSESS FOR GJENNOMFØRING AV USIKKERHETSANALYSE	7
2.1 Fase 0 – Grunnleggende forutsetninger.....	7
2.2 Fase 1 – Informasjonssamling – dokumentunderlag for usikkerhetsanalysen.....	7
2.3 Fase 2 – Gruppeprosess	8
2.4 Fase 3 – Analyse, konklusjoner og anbefalinger	8
3 GJENNOMGANG OG KONTROLL AV PROSJEKTETS GRUNNKALKYLE	9
3.1 Prosjektets grunnkalkyle	9
3.1.1 EKS' vurdering av prosjektets grunnkalkyle	10
3.1.2 EKS' vurdering av prosjektets usikkerhetsanalyse	10
3.1.3 EKS' vurdering av prosjektets beregningsforutsetninger	11
3.2 Beregningsforutsetninger.....	12
3.3 Revidert grunnkalkyle liten tunnel	13
3.4 Revidert grunnkalkyle stor tunnel	16
3.5 Driftskostnader	18
4 USIKKERHETSANALYSE AV PROSJEKTET.....	20
4.1 Prosjektnedbrytningsstruktur	20
4.2 Estimatusikkerhet.....	20
4.3 Vurdering av usikkerhetsfaktorer i prosjektet	22
4.3.1 Identifisering av usikkerhetsfaktorer	22
4.3.2 Hendelsesusikkerhet holdt utenfor analysen	23
4.4 Analyseresultat.....	24
4.4.1 Alternativ 1 – liten tunnel	24
4.4.2 Alternativ 2 – stor tunnel	26
VEDLEGG 1 ESTIMATUSIKKERHET STOR TUNNEL	29
VEDLEGG 2 ESTIMATUSIKKERHET LITEN TUNNEL.....	41
VEDLEGG 3 USIKKERHETSFAKTORER.....	52

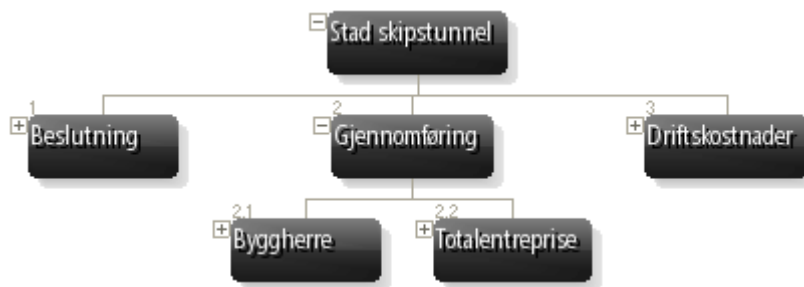
Sammendrag og konklusjoner

I dette kapitlet redegjøres det først for noen viktige trekk ved analysen for å skape forståelse for grunnlaget for beregningene, deretter gjengis hovedresultatene.

Prosjektnedbrytningsstruktur

Illustrasjonen under viser den overordnede projektnedbrytningsstrukturen (PNS) som er lagt til grunn.

Figur A Generisk projektnedbrytningsstruktur



Estimeringen av de enkelte kostnadspostene omhandler kun estimatusikkerhet, det vil si usikkerhet i pris og mengde, gitt det konseptet som foreligger og den aktuelle situasjonen. Denne usikkerheten anslås ved et tripplestimat for de enkelte postene, der det beregnes en "lav", "sannsynlig" og "høy" verdi. Disse verdiene settes slik at de som har gjennomført estimeringen antar at verdier rundt "lav" og "høy" kan inntreffe i ett av ti tenkte tilsvarende tilfeller. "Sannsynlig" er i denne sammenhengen ikke en gjennomsnittsverdi eller en statistisk forventningsverdi, men den verdien man antar vil inntreffe oftest, dersom det ble gjennomført en lang rekke tilsvarende tilfeller. Det statistiske begrepet for dette er modalverdi.

Grunnlaget for kostnadsestimatene er en grunnkalkyle som i stor grad er basert på utarbeidede kostnadsanslag som er gjennomført på oppdrag av Kystverket, samtaler med eksterne fageksperter, samt en gjennomført gruppeprosess med deltagere fra prosjektet, Fiskeri- og Kystdepartementet (FKD), Econ Pöyry og eksterne fageksperter. Gruppeprosessen ble ledet av Holte Consulting.

Usikkerhetsfaktorer

Usikkerhet knyttet til estimering av pris og mengder er kun en del av risikobildet. Risiko omfatter også det som kalles usikkerhetsfaktorer, det vil si endringer i prosjektinterne eller -eksterne forhold som påvirker prosjektet direkte eller indirekte. Dette tas hensyn til ved å navngi og definere de faktorene deltagerne i gruppeprosessen mener påvirker det aktuelle prosjektet, og skalere projektkostnaden opp eller ned i forhold til faktorenes påvirkning på kostnadsestimatene.

Identifisering og kvantifisering av de ulike usikkerhetsfaktorene er dokumentert i usikkerhetsanalysen.

Resultater fra usikkerhetsanalysen

Tabellen under viser forventningsverdien og usikkerhetsspennet for de analyserte konseptene.

Tabell A Kostnader og usikkerhetsspenn for alternativene, mrd kr ekskl. mva.

	Liten tunnel – investering	Liten tunnel – LCC	Stor tunnel – investering	Stor tunnel – LCC
Grunnkalkyle	1,15	2,00	1,60	2,45
Forventede tillegg	0,25	0,50	0,40	0,50
Foreløpig anslag styringsramme (P50)	1,40	2,50	2,00	3,05
Usikkerhetsavsetning	0,20	0,35	0,30	0,50
Foreløpig anslag kostnadsramme (P85)	1,60	2,85	2,30	3,55

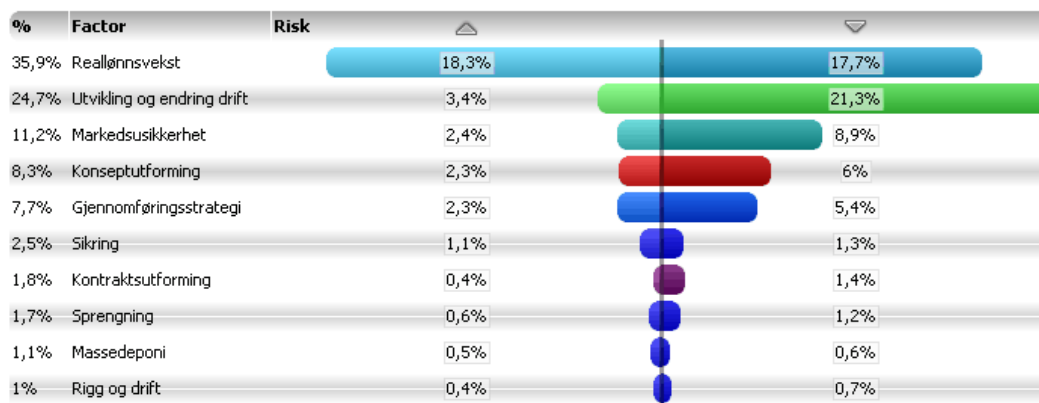
Det er 85 prosent sannsynlighet for at den estimerte kostnaden gjennom levetiden til liten tunnel og stor tunnel vil utgjøre inntil henholdsvis 2,85 mrd kr og 3,55 mrd kr. For investeringskostnaden er det 85 prosent sannsynlighet for at den estimerte kostnaden for liten tunnel og stor tunnel er henholdsvis 1,6 mrd kr og 2,3 mrd kr. Merk at dette er faste kr, udiskontert. Man bør derfor legge mindre vekt på kostnadene alene, men se på dem som et uttrykk for usikkerhet i konseptene.

Usikkerhetsprofil

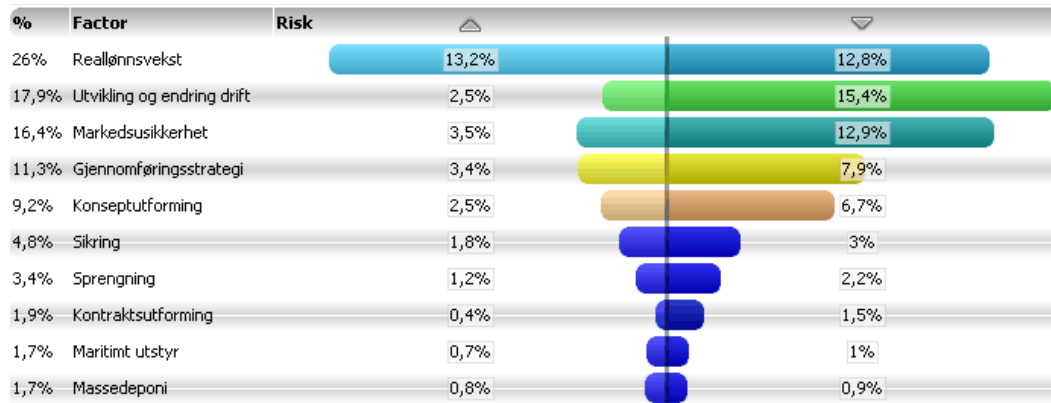
Et Tornadodiagram rangerer usikkerhetsfaktorene i forhold til deres påvirkning på det samlede usikkerhetsbildet.

Nedenfor følger Tornadodiagrammer for alternativene i levetidsperspektiv:

Figur B Usikkerhetsprofil liten tunnel, levetidsperspektiv



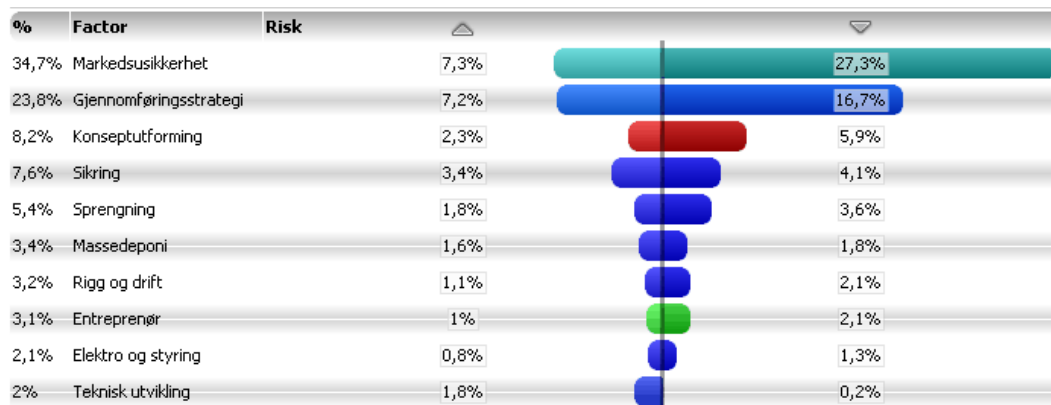
Figur C Usikkerhetsprofil stor tunnel, levetidsperspektiv



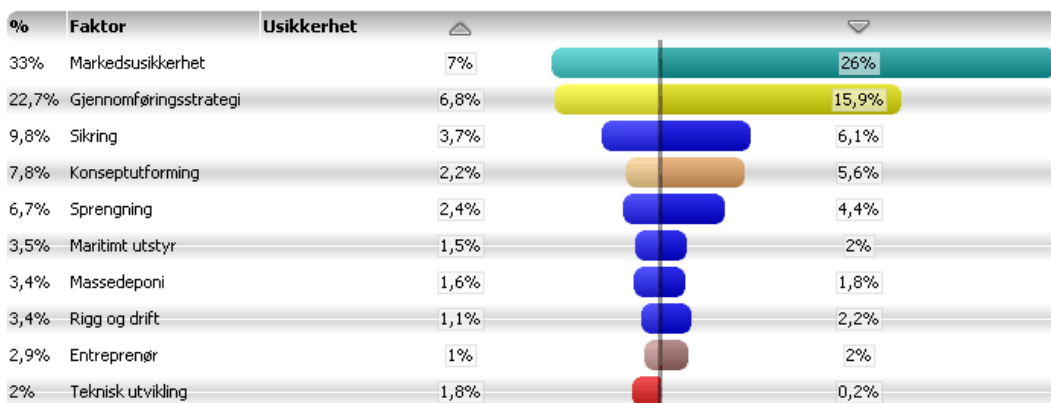
Som det fremkommer av usikkerhetsprofilen er *reallønnsvekst*, *utvikling og endring drift* samt *markedsusikkerhet* de største usikkerhetene kostnadmessig gjennom levetiden til prosjektet. *Markedsusikkerhet* kan i noen grad reduseres ved å optimalisere kontraktstrategien i forhold til markedet. Usikkerhetsfaktorene som er mest påvirkbare av prosjektet er *gjennomføringsstrategi*, *konseptutforming* og *utvikling og endring drift*. Disse kan reduseres ved å fokusere på dem i planleggings- og prosjekteringsfasen. Usikkerhetsfaktoren *reallønnsvekst* er minst påvirkbar for prosjektet. Faktorene *utvikling og endring drift* og *reallønnsvekst* har forholdsvis større påvirkning på liten tunnel sammenlignet med stor tunnel, da driftskostnadene for begge alternativene er like mens investeringskostnaden er større for stor tunnel.

Nedenfor følger Tornadodiagrammer for alternativene i investeringsperspektiv:

Figur D Usikkerhetsprofil liten tunnel, investeringsperspektiv



Figur E Usikkerhetsprofil stor tunnel, investeringsperspektiv



I investeringsperspektivet er ikke *reallønnsvekst* eller *utvikling og endring drift* medtatt som usikkerhetsfaktorer. *Gjennomføringsstrategi* og *konseptutforming* som er påvirkbare for prosjektet har derfor en større andel av usikkerheten i prosjektet, og det er større anledning for prosjektet til å redusere usikkerheten.

1 Bakgrunn

Stad-halvøya ligger i Sogn og Fjordane, på grensen mot Møre og Romsdal. Bakgrunnen for prosjektet er de spesielle seilingsforholdene rundt Stad, hvor en kombinasjon av havstrømmer og undersjøisk topografi skaper spesielt komplekse bølgeforhold og til tider svært høye bølger med lite forutsigbare mønster. Disse forholdene skaper utfordringer for fartøy som skal passere Stad, og noen fartøy vil derfor velge å vente framfor å passere Stad ved dårlige værforhold. En skipstunnel vil gjøre det mulig for fartøy å passere Stad innaskjærs.

Econ Pöyry og Holte Consulting har kvalitetssikret Kystverkets Konseptvalgutredning Stad skipstunnel, datert 22. desember 2010 (KVU). I forbindelse med kvalitetssikringen har ekstern kvalitetssikrer (EKS) gjennomført en usikkerhetsanalyse, i samarbeid med underleverandører. I dette dokumentet blir gjennomføringen av analysen beskrevet, grunnkalkyle med forutsetninger og dokumentasjon gjennomgått og resultater fra usikkerhetsanalysen presentert.

1.1 Beskrivelse av alternativene

Utredninger i 2000-2001 og 2007-2008 har analysert flere alternative tverrsnitt og traseer for tunnelen. Disse analysene ligger til grunn for mandatet til KVUen, hvor det er presisert at KVUen skal vurdere ett trasevalg fra Moldefjorden til Kjødepollen, med to ulike tverrsnitt. Traseen er valgt fordi Stadhalvøya her er på det smaleste, og samtidig er farvannet tilstrekkelig skjermet til at skipstrafikken vil kunne nytte tunnelen under de aller fleste værforhold. EKS har kun vurdert alternativene som ligger til grunn i mandat og KVU.

1.1.1 Alternativ 0 – Nullalternativet

I følge Finansdepartementet sin veileder for utarbeidelse av KVU-dokumenter skal nullalternativet være "referansen som investeringsalternativene skal sammenlignes med, og representere en forsvarlig videreføring av dagens situasjon." Med forsvarlig videreføring menes det at nødvendige vedlikeholdsinvesteringer skal inkluderes.

I KVUen er derfor nullalternativet en kombinasjon av allerede fattede beslutninger i tillegg til hva som kan forventes av naturlig utvikling basert på Kystverkets risikobaserte oppgraderinger av farleder langs Norskekysten.

Nullalternativet blir ikke videre vurdert i kvalitetssikringen, da det ikke innebærer investeringer utover det som allerede er besluttet av Kystverket.

1.1.2 Alternativ 1 – Liten tunnel

Dette alternativet lå til grunn for utredningen som ble gjennomført i 2001, og er basert på dimensjonerende fartøy og hydrauliske arealfaktorer. Dimensjonerende fartøy er:

- Ringnottråler med bredde 13 m og dybde under vann 8 m
- Fraktefartøy (fryseskip) med bredde 18 m og dybde under vann 6 m

1.1.3 Alternativ 2 – Stor tunnel

Alternativ 2 ble utredet i Kystverkets KVU fra 2007. Her er det lagt til grunn at også hurtigruten skal kunne passere gjennom. Dimensjonerende fartøy for alternativet er derfor:

- MS Midnattsol med bredde 21,5 m, dybde under vann 5,1 m, høyde 29,5 m. Brovingen har en bredde på 27,5 m.
- Ringnottråler med bredde 13 m og dybde under vann 8 m
- Fraktefartøy (fryseskip) med bredde 18 m og dybde under vann 6 m

Tabellen nedenfor viser dimensjonene for begge alternativer.

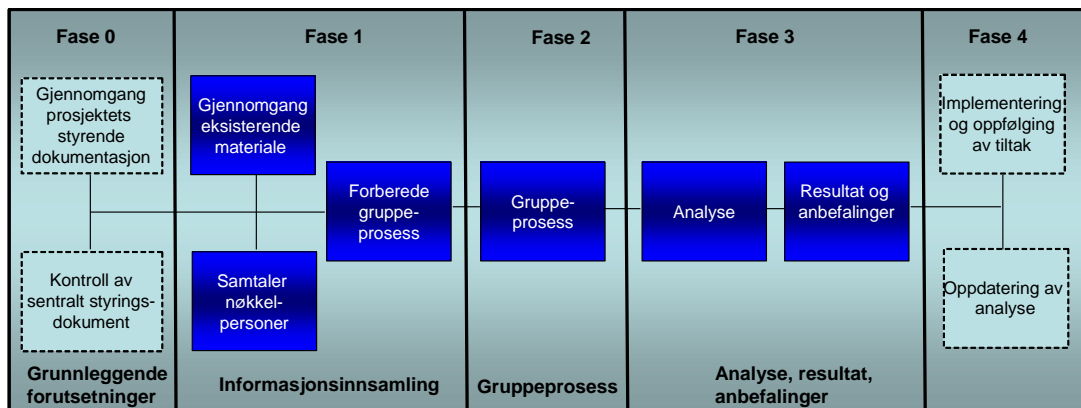
Tabell 1.1 Dimensjoner for alternativene, meter

Dimensjon	Liten tunnel	Stor tunnel
Bredde mellom tunnelvegger	27	36
Høyde fra bunn til heng	38	49
Dybde fra lavvann til bunn	12	12
Lengde tunnel	1790	1700

2 Prosess for gjennomføring av usikkerhetsanalyse

Figuren under illustrerer prosessen som er gjennomført. Omfanget av denne usikkerhetsanalysen er begrenset til fasene 1-3, i henhold til den prosessbeskrivelsen som Holte Consulting benytter ved avrop på rammeavtalen med Finansdepartementet av 10. juni 2005 om Kvalitetssikring av konseptvalg, styringsunderlag og kostnads-overslag for valgt prosjektoalternativ.

Figur 2.1 Prosessbeskrivelse



2.1 Fase 0 – Grunnleggende forutsetninger

Konseptvalgsutredningen er i seg selv å betrakte som styrende dokumentasjon, og skal være utarbeidet i tråd med retningslinjene fra Finansdepartementet. Sentralt styringsdokument for valgt konsept må utarbeides når konsept er valgt.

2.2 Fase 1 – Informasjonssamling – dokumentunderlag for usikkerhetsanalysen

EKS har satt seg inn i tilgjengelig informasjon. Gjennomgangen danner grunnlaget for forberedelse til gruppeprosessen, og gjennomføring av usikkerhetsanalysen.

Prosjektrelevant informasjon er hentet fra oversendt og selvstendig fremskaffet informasjon frem til analysetidspunktet. Informasjonen ble innhentet og bearbeidet på følgende vis:

1. *Gjennomgang av eksisterende materiale:* Gjennomgang av oversendt dokumentasjon ga en beskrivelse av alternativenes prosjekteringsgrunnlag, løsningskonsept, tekniske beskrivelser samt kostnads-kalkyle. Referanser til dokumentene er listet i Vedlegg 1 til hovedrapporten.
2. *Intervjuer:* Intervjuer med relevante parter er brukt for å avklare innhold i kalkylene, samt få en oversikt over usikkerhetsfaktorer i alternativene. En oversikt over intervjuobjektene finnes i Vedlegg 2 til hovedrapporten.
3. *Forberede gruppeprosess:* På basis av grunnkalkyler og annen informasjon ble det etablert en PNS til gruppeprosessen. I tillegg ble det utarbeidet et forslag til usikkerhetsfaktorer. På grunnlag av utarbeidede kostnadsanslag, ble det etablert

en basis for gjennomføring av den kvantitative analysen. Basisen er grunnlaget for arbeidet i gruppeprosessen og er videre behandlet i analyseverktøyet.

Denne fasen var utfordrende da arbeidet med prosjektet har pågått over en lang tidsperiode, med mange ulike utredninger og personell involvert. På grunn av at det var lite eierskap og kompetanse internt i Kystverket knyttet til fagspesifikke utfordringer i prosjektet, ble det nødvendig å hente inn eksterne ressurser for å bistå arbeidet med kalkylen og de tekniske løsningene. Det tok også tid å få innhentet og sortert den informasjonen som var nødvendig for å kunne gå videre til gruppeprosessen. Fase 1 har derfor vært krevende, og EKS har brukt mye tid på å bygge en selvstendig kostnadskalkyle for prosjektet.

2.3 Fase 2 – Gruppeprosess

Med basis i fase 1 har EKS gjennomført en gruppeprosess sammen med nøkkelpersoner fra Fiskeri- og Kystdepartementet og Kystverket. I tillegg deltok eksterne fagekspert i gruppeprosessen fra NGI, Multiconsult og HR-Prosjekt. Deltagerne i gruppeprosessen er listet i Vedlegg 2 til hovedrapporten.

4. *Gjennomføring:* Holte Consultings metode for usikkerhetsanalyse legger stor vekt på gruppeprosessen. Hensikten med gruppeprosessen er å identifisere og kvantifisere usikkerhet i enkeltelementer i prosjektet, og for prosjektet totalt sett. Gruppeprosessen har også til hensikt å gi deltagerne en bedre totalforståelse av prosjektet og økt bevissthet om usikkerhet og gjennomføring av tiltak.

2.4 Fase 3 – Analyse, konklusjoner og anbefalinger

På basis av informasjonsinnhenting og resultater av gruppeprosessen har EKS foretatt en analyse av prosjektet.

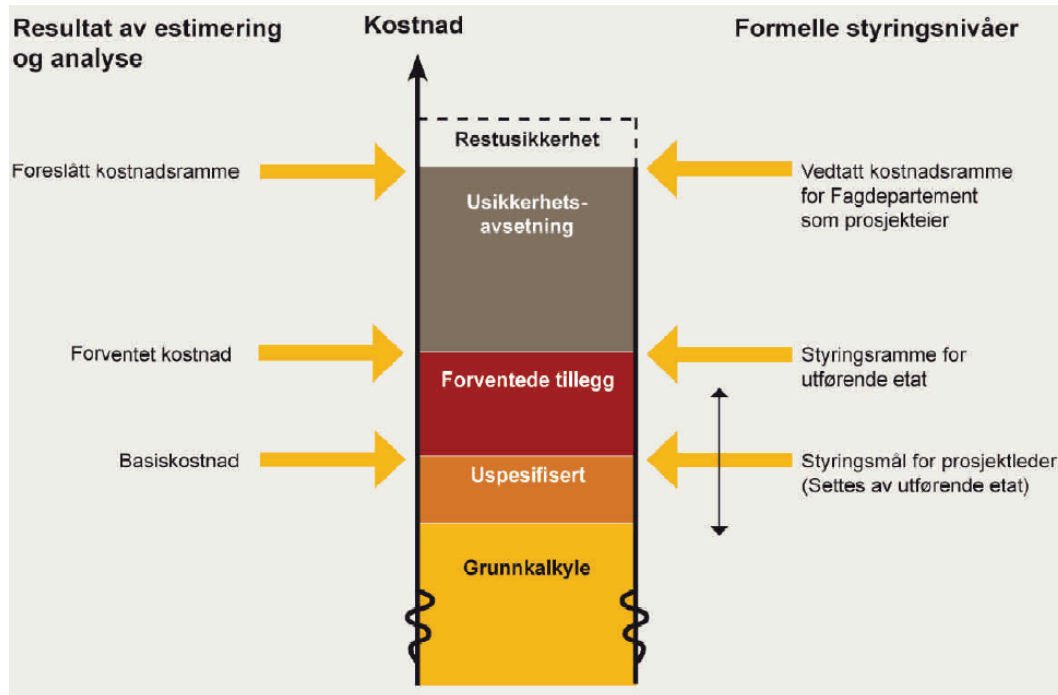
5. *Analyse:* Basert på gruppeprosessen er det gjort en vurdering av prosjektets grunnkalkyle med tilhørende estimatusikkerhet, og en vurdering av forhold som kan påvirke prosjektet. Dette er både en kvalitativ og kvantitativ analyse.
6. *Konklusjoner og anbefalinger:* Basert på de foregående punkter, beskrives forventet sluttkostnad for prosjektet, samt en analyse av de viktigste usikkerhetene i alternativene.

Synspunktene til eksterne deltagere i gruppeprosessen er hensyntatt, men resultatene står for EKS' regning alene.

3 Gjennomgang og kontroll av prosjektets grunnkalkyle

For hvert av alternativene er det utarbeidet en grunnkalkyle. Grunnkalkylen er definert som den deterministiske summen av sannsynlig kostnad for alle spesifiserte, konkrete kalkyleelementer (kostnadsposter) på analysetidspunktet. Grunnkalkylene inneholder følgelig ikke uspesifiserte kostnader, som i stedet bringes inn i kostnadsbildet gjennom faktorvurderinger i usikkerhetsanalysen.

Figur 3.1 Sammenhengen mellom kjernebegrepene



Kilde: Felles begrepsapparat KS 2 Versjon 1.1, Finansdepartementet 2008.

I figuren ovenfor illustreres sammenhengen mellom grunnkalkylen og den forventede kostnaden, samt kostnadsrammen. Uspesifiserte kostnader er inkludert i den *forventede kostnaden* (P50), som også inneholder usikkerhet knyttet til pris og mengde (estimatusikkerhet). Videre er usikkerhetsavsetningen inkludert i *kostnadsrammen* (P85). I usikkerhetsavsetningen ligger konsekvensen av usikkerhetsfaktorer som påvirker prosjektgjennomføringen på overordnet plan. Begrepene blir også gjennomgått i kapittel 5.

3.1 Prosjektets grunnkalkyle

Det har tidligere blitt gjennomført flere anslag på alternativenes kostnader, hvorav de viktigste er:

- Forprosjekt, Kystverket 2001
- Kvalitetssikring av kostnadsoverslag, Terramar 2003
- Prosessfordelt kostnadsoverslag stor og liten tunnel, Kystverket 2007/2008

I KVU utført av DNV og SNF (2010) for Kystverket har det prosessfordelte kostnadsoverslaget fra 2007/2008 blitt benyttet uten å ta hensyn til prisstigning. Dette er rettet opp av DNV i etterkant.

Overslaget bygger på prosjektinga for forprosjektet liten tunnel med nødvendig teknisk oppdatering for hurtigruteprosjektet samt generell prisstigning. Overslagene er brutt ned på prosessnivå for begge alternativene og er basert på kostnadsnivå 3. kvartal 2006.

3.1.1 EKS' vurdering av prosjektets grunnkalkyle

Vi har benyttet de prosessfordelte kostnadsoverslagene fra 2007/2008 i vår vurdering av grunnkalkylen. Siden dette anslaget er basert på forprosjektet i 2001, og kun justert for mindre tekniske endringer og prisstigning, har vi gjennomført en grundig vurdering av både pris, mengde og usikkerhet.

For å få et overblikk av prosjektet med hensyn til hvilke elementer prosjektet består av er det som nevnt gjennomført intervjuer av nøkkelpersoner i prosjektet og eksterne fageksperter. I tillegg har EKS gjennomført en befaring av planlagte påhugg samt tilstøtende områder. Dette for å få et godt bilde av prosjektets omfang og dermed kunne vurdere prosjektets grunnkalkyle og planlagte gjennomføring.

EKS gjennomførte en gruppeprosess der prosjektets egne nøkkelpersoner deltok sammen med andre fagfolk. EKS hadde på forhånd foretatt en selvstendig vurdering av kalkylen i forhold til plangrunnlag, mengdeberegninger og forutsetninger som lå til grunn for prosjektet. De omforente endringene som fremkom i gruppeprosessen er lagt inn i revidert grunnkalkyle, i tillegg til EKS vurderinger som er gjort i etterkant av gruppeprosessen.

Prosjektets grunnkalkyle er basert på en kostkalkyle på prosessnivå for henholdsvis liten og stor tunnel. Dette gir en høy detaljeringsgrad og er til dels uvanlig for KS1-nivå. EKS mener et slikt oppsett kan forsvares ut i fra at denne type tunnel med tilhørende innretninger ikke tidligere er oppført i Norge. Unntaket er veger og bruer der det finnes erfaringspriser oppgitt som pris per løpemeter. Stad Skipstunnel må sees på som en lang fjellhall. De fleste fjellhaller i Norge er bygget som lager for industrielt formål eller i forbindelse med kraftanlegg. Stad Skipstunnel skal besørge skipstrafikk og må dermed sikres deretter. Da det ikke kan benyttes erfaringstall i form av pris per løpemeter for eksempelvis driving eller sikring, er det nødvendig å etablere en relativt detaljert kalkyle. I tillegg er ikke rømningskonseptet en preakseptert løsning, det vil si at det ikke er en løsning som er gjennomført tidligere, og må derfor prosjekteres i mer detalj dersom man går videre med prosjektet.

3.1.2 EKS' vurdering av prosjektets usikkerhetsanalyse

Det er ikke dokumentert at det tidligere er utført usikkerhetsanalyse av alternativenes kostnader. I KVU'en datert 22. desember 2010, utført av DNV på oppdrag fra Kystverket, ser det ut til at:

- Det ikke er dokumentert hvordan kostnads- og nytteelementer er spent ut i trepunktsestimater og det er ikke vist hvordan ulike elementer påvirker total usikkerhet.
- Det eneste som er vist som Tornadodiagrammer er hvordan de ulike punktestimatene for elementene bidrar til den totale netto nytten.
- Det er ikke dokumentert hvordan usikkerhetsfaktorer er gitt trepunktsestimater og det er ikke vist hvordan de ulike faktorene påvirker total usikkerhet.

Siden det ikke er dokumentert noen spenn, verken i nytte- og kostnadselementer eller i usikkerhetsfaktorer, er det helt uklart hvordan de presenterte S-kurvene fremkommer.

På bakgrunn av dette har ikke noen tidligere usikkerhetsanalyser blitt lagt til grunn for EKS vurderinger av grunnkalkyle og usikkerhet.

3.1.3 EKS' vurdering av prosjektets beregningsforutsetninger

Bakgrunnsdokumentasjon

I tillegg til de prosessfordelte kostnadsoverslagene har vi bygd vår innledende vurdering på bakgrunn av følgende:

- Ingeniørgeologisk rapport av 31.oktober 2000 (liten tunnel)
- Ingeniørgeologisk rapport av 17. august 2007 (stor tunnel)
- Intervjuer av eksterne fagekspert
- Befaring 27. april
- Gruppeprosess 20.mai 2011

I Vedlegg 1 til hovedrapporten er alle dokumenter vi har mottatt fra prosjektet registrert.

Fremdrift

I prosjektets kalkyle er byggetiden vurdert til å være 4 år for liten tunnel og 5 år for stor tunnel. En forutsetning er at tunnelen drives kun fra Moldefjorden. EKS har vurdert byggetiden og finner at prosjektets anslag er forsvarlig. Imidlertid er det mulig å redusere byggetiden ved drift også fra Kjødepollen. Med drift fra begge sidene kan drivetiden halveres og det er mulig å redusere byggetiden for prosjektet. Dette forutsetter anlagt deponi i rimelig nærhet fra tunnelåpning i Kjødepollen, da transportkostnadene fra Kjødepollen til anlagt deponi i Moldefjorden sannsynligvis overstiger besparelsen i redusert byggetid. Prosjektet har kun planlagt deponi i Moldefjorden da denne er mer åpen enn Kjødepollen. Deponiet i Moldefjorden er prosjektert slik at det er tilpasset omgivelsene og utformet som 2 øyer. Øyene er regulert for liten tunnel, men ikke for stor tunnel. EKS ser ikke at en regulering av større øyen vil by på problemer da det er tilstrekkelig med plass i området. For øvrig er det mindre sannsynlig at et deponi i Kjødepollen vil bli akseptert, da dette sannsynligvis vil gjøre et uforholdsmessig stort inngrep i naturen.

EKS støtter prosjektets vurderinger med hensyn til fremdrift.

Drivemetode

I anslaget er det lagt opp til konvensjonell sprengning med tunnelborerigg og pallrigg. Tunnelmassen kjøres direkte ut på fylling i Moldefjorden etter at motfylling er etablert med leker.

For gjennomføring av forskjæring og tunnel er det tenkt etablering av dam foran tunnelåpninger for å sikre tørr drift.

EKS har vurdert gjennomføringen av prosjektet uten etablering av dam. Øvre del av tunnelen, taksrive/heng, tas ut med tunnelborerigg. Øvrig sprengning utføres med pallrigg. Imidlertid etterlates en propp ved hver tunnelåpning med øvre nivå høyere enn vannspeilet. Tunnelen og alle installasjoner gjøres ferdig før proppene til slutt sprenges. En utfordring ved denne metoden er å beskytte nødvendige installasjoner ved sprengning av propper.

EKS mener at begge metoder for gjennomføring lar seg gjennomføre, men at etablering av dam foran tunnelåpninger har høyere kostnad. EKS mener derfor det er mest riktig å gå for etablering av propper. Prosjektets grunnkalkyle har for øvrig ikke tatt høyde for den fulle kostnaden ved etablering av dammer.

Sikringsmengder

Ingeniørgeologisk rapport for forprosjektet (liten tunnel) fra 2000 og ingeniørgeologisk rapport for stor tunnel fra 2007 ligger til grunn for anslaget. Begge rapportene er utarbeidet av NGI.

Det er gjennomført geologisk overflatekartlegging, refraksjonsseismikk samt kjerneboringer for å kartlegge geologien. I tillegg er det benyttet numeriske modeller for å vurdere typer av sikringsmidler som bør benyttes.

Sikringsmengdene er avledet fra Q-metoden¹, samt sprekkegeometri og sprekkeavstand. I tillegg har numeriske simuleringer gitt kunnskap om deformasjoner og spenningsomlagringer ved etablering av tunnel i bergmassivet. Med bakgrunn i dette er boltenes/stagenes lengde og kapasitet dimensjonert.

I prosjektets grunnkalkyle er det lagt inn maksimumsmengder fra tripplestimatet i geologisk rapport som sannsynlig mengde i grunnkalkylen. EKS mener dette er en usikkerhetsavsetning som ikke bør inkluderes i grunnkalkylen, og har valgt å benytte sannsynlig sikringsmengde i revidert grunnkalkyle.

EKS mener det må vurderes å gjennomføre ytterligere geologiske undersøkelser. Blant annet kan det være fornuftig å kjernebore i nivå taksive/heng langs hele traseen for øke kunnskapen om geologien. Dette lar seg utføre med en relativt kort tunnel. På denne måten vil det være mulig å planlegge gjennomføringen mer detaljert og med større treffsikkerhet på sikringsomfang.

3.2 Beregningsforutsetninger

Følgende forutsetninger har blitt lagt til grunn for EKS grunnkalkyle og usikkerhetsanalyse:

- Usikkerhetsvurderingen av prosjektet tar utgangspunkt i foreliggende informasjon på analysetidspunktet.
- Prisnivået for kalkylen er satt til 2011-kroner.
- Usikkerhetsanalysen bruker Bayesisk statistikk; formelverk tilsvarende Gamma10.
- Årlig reallønnsvekst på 2 %
- Usikkerhet lønnsutvikling symmetrisk rundt 2 %
- 75 års levetid for tunnelen
- Åpning av tunnel i 2018 (begge alternativer)
- Gjennomføringstid på 5 år for stor tunnel og 4 år for liten tunnel.

Følgende momenter er holdt utenfor kostnadsanalysen og bør utredes dersom man går videre med ett av konseptene:

¹ Q-metoden er et klassifiseringssystem for fastsetting bergmassekvalitet og sikring basert på et empirisk grunnlag. Q-verdien beregnes ut fra 6 parametre for tallfesting av bergmassekvaliteten.

- Kostnader knyttet til fysisk stenging av tunnelen, og eventuelle revurdering av rømningskonsepter og styringssystem
- Eventuelle krav til farledsbevis, samt til bruk av los og slepebåt
- Beredskapsløsninger.

3.3 Revidert grunnkalkyle liten tunnel

Avviket mellom ny grunnkalkyle og opprinnelig grunnkalkyle for liten tunnel er vist i tabellen nedenfor.

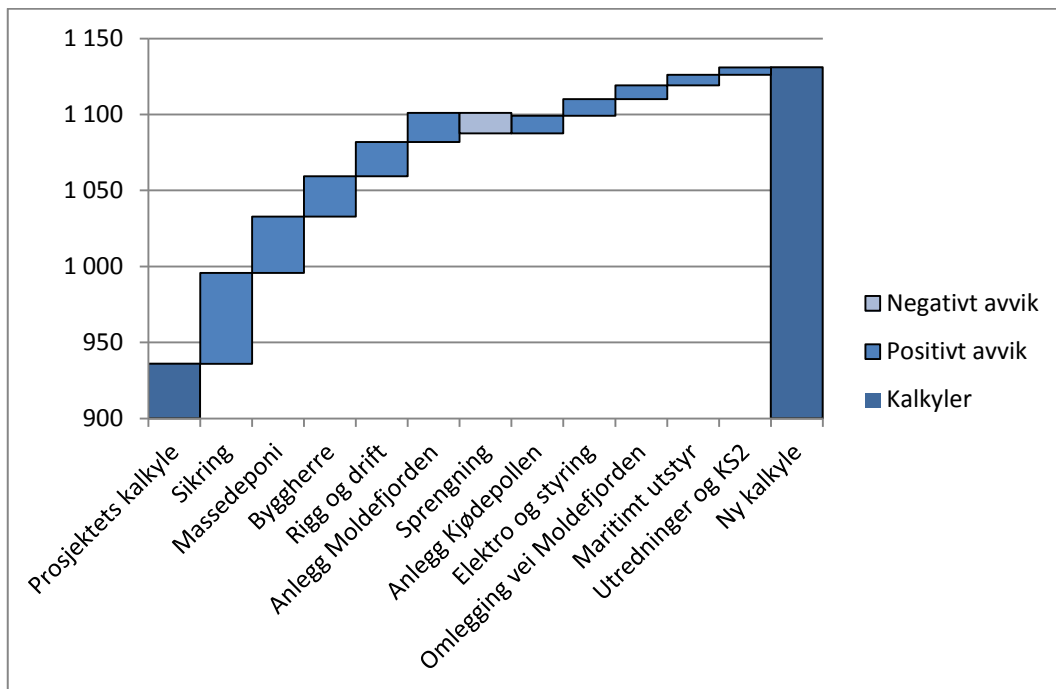
Tabell 3.1 Opprinnelig grunnkalkyle og ny grunnkalkyle i mill kr, ekskl. mva

	Ny grunnkalkyle	Opprinnelig grunnkalkyle	Avvik
Stad skipstunnel			
Beslutning	5	0	5
Utredninger og KS2	5	0	5
Godkjenning/bevilgning	0	0	
Gjennomføring	1 124	936	188
Byggherre	142	117	25
Prosjektledelse/byggeledelse/admin	106		
Prosjektering og planlegging	33		
Grunnerverv	3		
Totalentreprise	982	819	163
Rigg og drift	189	166	23
Anlegg Moldefjorden	63	44	19
Anlegg Kjødepollen	55	44	11
Tunnelarbeider	496	443	53
Sprengning	241	255	-14
Sikring	163	103	60
Maritimt utstyr	92	85	7
Omlegging vei Moldefjorden	23	14	9
Massedeponi	91	54	37
Elektro og styring	65	54	11

Merk at driftskostnader ikke er medtatt i grunnkalkylen ovenfor, disse blir vurdert i Kap. 3.5.

Forskjellen mellom prosjektets grunnkalkyle fra 2006 og ny grunnkalkyle illustrert i figuren nedenfor.

Figur 3.2 Overgang fra prosjektets grunnkalkyle til ny grunnkalkyle, mill kr ekskl. mva og uten driftskostnader



Det redegjøres i det følgende for hvilke endringer som ligger til grunn for avvik mellom opprinnelig og ny grunnkalkyle. For poster som Anlegg Moldefjorden og Kjødepollen, samt omlegging vei Moldefjorden er disse kun prisjustert opp til 2011-priser.

Sikring

Ingeniørgeologisk rapport har delt tunnelen inn i 9 sikringsklasser med hensyn til spenn i Q-verdi. EKS mener det ikke er grunnlag for en slik detaljering på KS1-nivå og har i stedet valgt en overordnet inndeling i 3 sikringsklasser. Det er Q-verdi <1, Q-verdi 1-10 og Q-verdi 10-40.

Oversikt på sikringsmengder for stor og liten tunnel sammenlignet med anslaget er medtatt i tabell 3. 2.

Tabell 3.2 Oversikt over endringer i sikringsmengde, liten tunnel

Type sikring	Enhet	Prosjekt	EKS	Endring
Forbolter, L=8m	stk	2900	1143	-1757
Fullt innstøpte bolter, L=6m	stk	26200	23604	-2596
Forankrede stag, L=15m	stk	0	0	0
Uarmert sprøytebetong	m ³	6100	0	-6100
Fiberarmert sprøytebetong	m ³	11500	26883	15383
Sikringsbuer	stk	34	25	-9
Vann- og frostsikring	m ²	0	35800	35800
Injeksjon	tonn	0	1000	1000

EKS sine vurderinger og gjennomgangen i gruppeprosessen har gitt et lavere antall forbolter og innstøpte bolter. Dette som en følge av at prosjektet har valgt maksimumsmengder som sannsynlige mengder i rapport. I tillegg har EKS selvstendig sammen med eksterne ingeniørgeologer vurdert sannsynlig sikringsnivå og derved kommet frem til

reviderte mengder. Utover bolter har EKS økt mengde sprøytebetong, mens antall sprøytebetongbuer er redusert. Kostnaden per bue er imidlertid økt fra kr. 30.000 per stykk til kr. 250.000 per stykk. For vegtunneler anslås kostnad for bue til å ligge fra kr. 800,-/lm til kr. 1.200,-/lm (dette kan variere ytterligere fra prosjekt til prosjekt). For skipstunnelen antar EKS at vanskelighetsgraden med å etablere buer som høyere enn var standard størrelse på vegtunneler. Med buelengde på 96m gir dette ca. kr. 2.600,-/lm bue.

EKS har medtatt noe kostnader for injeksjon for å ta høyde for vannlekkasjer som skaper problemer for driften. I tillegg er det medtatt vann- og frostsikring for 50 prosent av tunnellengden. Dette utføres med usprøytet PE-skum og benyttes kun i heng. Høyden fra tunneltak til vannspeilet er for liten tunnel 25 meter og for stor tunnel 37 meter. Med bakgrunn i mulighet for isdannelse i heng om vinteren, er det en sikkerhetsrisiko for båttrafikk med fallende is fra denne høyden. Det er ikke medtatt kostnader for injeksjon og vann- og frostsikring i opprinnelig grunnkalkyle.

Dette gir totalt sett en økning i kostnader for sikring.

Massedeponi

Kostnaden for massedeponi har økt i revidert grunnkalkyle. EKS mener deponiet koster mer enn hva prosjektet antar. Prisene er økt mer enn normal prisstigning. For øvrig har EKS beregnet en økning av mengde sprengstein til å være 250.000 m³.

Byggherre

Prisjustering til 2011-priser, samt medtatt kostnader for prosjektstyre og vurdert et høyere antall årsverk for byggherreorganisasjon i forhold til anslaget. Grunnerverv er redusert med kr 3 mill kr, da det kun er få eiendommer som blir berørt.

Rigg og drift

EKS har benyttet 23 prosent som rigg- og driftsansdel for entreprenøren mot 25 prosent i prosjektkalkylen. Dette med bakgrunn i at prosjektet omfatter stor grad av industriproduksjon og ikke har veldig høy kompleksitet.

Sprengning

Kostnaden for sprengning er justert ned i forhold til prosjektets kalkyle.

Sprengningsprisen har over tid holdt samme nivå grunnet kapasitetsøkning og kostnadsforbedrende tiltak fra bransjen. Sprengningspris er derfor ikke justert opp i henhold til indeks. I tillegg har EKS vurdert at en stor andel av tunnelmassene tas ut med pallrigg og ikke tunnelrigg. Bruk av pallrigg gir vesentlig lavere sprengningspris.

Elektro og styring

Prisjustert opp til 2011-priser. For øvrig har EKS delt opp elektro i elementer som lys, kabling og ventilasjon for å kontrollere kostnad, mens prosjektets grunnkalkyle har medtatt en rundsumpost for elektro.

Maritimt utstyr

Her inngår rømningskonseptet (med varmeskjold), rekkverk, søylefendere, pollere og ledere. EKS har vurdert at noen konstruksjoner er vesentlig dyrere enn prosjektets kalkyle justert for prisstigning, særlig betongkonstruksjonene på begge sider av tunnelen. Forskalingspris anslås til å være dobbelt så høy. Da fenderkonstruksjonene i hovedsak er basert på treverk, utgjør ikke økningen i betongprisen en vesentlig forskjell.

Enhetsprisen for søylefendere, pollere og ledere er justert ned, i samråd med deltagerne i gruppeprosessen.

Utredninger og KS2

Ikke medtatt som kostnad i prosjektets grunnkalkyle.

3.4 Revidert grunnkalkyle stor tunnel

Avviket mellom ny grunnkalkyle og opprinnelig grunnkalkyle for stor tunnel er vist i tabellen nedenfor.

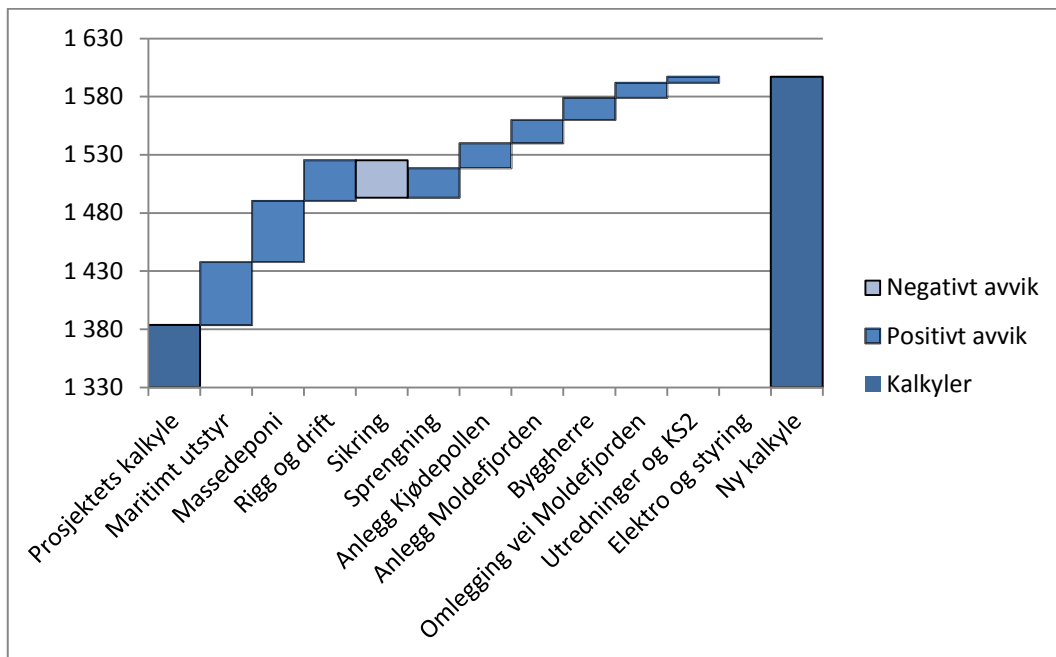
Tabell 3.3 Opprinnelig grunnkalkyle og ny grunnkalkyle i mill kr, ekskl. mva.

Navn	Planlagt	Opprinnelig	Avvik
Stad skipstunnel			
Beslutning	5	0	5
Utredninger og KS2	5	0	5
Godkjenning/bevilgning	0	0	0
Gjennomføring	1 592	1 384	208
Byggherre	172	153	18
Prosjektledelse/byggeledelse/ admin	120		
Planlegging og prosjektering	47		
Reguleringsplan arbeider	2		
Grunnerverv	3		
Totalentreprise	1 420	1 231	189
Rigg og drift	281	246	35
Anlegg Moldefjorden	69	49	20
Anlegg Kjødepollen	75	53	22
Tunnelarbeider	772	725	47
Sprengning	403	378	25
Sikring	216	248	-32
Maritimt utstyr	153	99	54
Omlegging vei Moldefjorden	34	21	13
Massedeponi	135	83	52
Elektro og styring	54	54	0

Merk at driftskostnader ikke er medtatt i grunnkalkylen ovenfor, disse blir vurdert i Kap. 3.5.

Overgangen fra prosjektets grunnkalkyle fra 2006 og ny grunnkalkyle er illustrert i figuren nedenfor.

Figur 3.3 Overgang fra prosjektets grunnkalkyle til ny grunnkalkyle, mill kr eks. mva. og uten driftskostnader



Det redegjøres i det etterfølgende for hvilke endringer som ligger til grunn for avvik mellom opprinnelig og ny grunnkalkyle. For poster som Anlegg Moldefjorden og Kjødepollen samt omlegging vei Moldefjorden er disse kun prisjustert opp til 2011-priser.

Maritimt utstyr

Her inngår rømningskonseptet (med varmeskjold), rekkverk, søylefendere, pollere og ledere. EKS har vurdert at noen konstruksjoner er vesentlig dyrere enn prosjektets kalkyle justert for prisstigning, særlig betongkonstruksjonene på begge sider av tunnelen. Forskalingspris anslås til å være dobbelt så høy. Da fenderkonstruksjonene er basert på betong utgjør økningen i betongprisen en vesentlig forskjell. Enhetsprisen for søylefendere, pollere og ledere er justert ned, i samråd med deltagerne i gruppeprosessen.

Massedeponi

Kostnad for fjellmasser til fyllplass/motfylling er justert opp med 35 prosent i forhold til prosjektets kalkyle. I tillegg har EKS justert kostnad for arondering av øyene med 100 prosent. Dette vurderes å ha vesentlig høyere kostnad enn tidligere vurdert.

Sikring

Gjennomføring som for liten tunnel.

Gjennomgang i gruppeprosess har gitt et vesentlig lavere antall forbolter og innstøpte bolter. EKS har beholdt mengden stag, men redusert prisen da man i dette prosjektet med fordel kan bruket virestag. Virestag har en kostnad i størrelsesorden 2-3.000 kr, noe som er vesentlig lavere enn prosjektets enhetspris på stag, 10.000,-. Mengde sprøytebetong er økt vesentlig, mens antall sprøytebetongbuer er redusert. Kostnaden per bue er imidlertid økt fra 30.000/stk til 250.000/stk.

Kostnaden for sikring er samlet sett gått litt ned på tross av medtatt injeksjon og vann- og frostsikring.

Tabell 3.4 Oversikt over endringer i sikringsmengder, stor tunnel

Type sikring	Enhet	Prosjekt	EKS	Endring
Forbolter, L=8m	stk	3959	1503	-2456
Fullt innstøpte bolter, L=6m	stk	44794	28413	-16381
Forankrede virestag, L=15m	stk	8770	8750	-20
Uarmert sprøytebetong	m ³	2714	0	-2714
Fiberarmert sprøytebetong	m ³	23356	33603	10247
Sikringsbuer	stk	39	25	-14
Vann- og frostsikring	m ²	0	48025	48025
Injeksjon	tonn	0	1000	1000

Rigg og drift

Som for liten tunnel.

Sprengning

Som for liten tunnel. Imidlertid vil mer sirkulær heng (takskive) redusere andelen sprengning utført ved pallrigg med anslagsvis 55 prosent. Dette gir en høyere gjennomsnittlig enhetspris for uttak av tunnelmasse fra stor tunnel kontra liten tunnel. Når det gjelder opplasting og transport i tunnel er dette økt med 33 mill kr i forhold til prosjektets kalkyle, hvor EKS anser at det var medtatt for lite kostnader i utgangspunktet.

Byggherre

Som for liten tunnel. I tillegg er det vurdert høyere kostnader for planlegging og prosjektering.

Elektro og styring

Tunnelen er selvventilerende slik at kostnader for ventilasjon utgår. Utover dette har EKS medtatt kostnad for idriftssettelse, overvåking og styring under driftskostnader, med 4 mill kr. For øvrig som for liten tunnel.

Utredninger og KS2

Som for liten tunnel.

3.5 Driftskostnader

I KVV'en er driftskostnaden beregnet ved at det er antatt en reinvestering på 10 prosent av den opprinnelige investeringen i år 25, 50 og 75 etter at driften av tunnelen har startet. EKS har foretatt en mer omfattende vurdering knyttet til årlige driftskostnader samt vedlikehold for de ulike komponentene over en levetid på 75 år. Resultatet er oppsummert i tabellen nedenfor:

Returperiode	Forklaring	Sum per returperiode [MNOK]
Idriftsettelse	Radarovervåking, mannskap, brakkerigg og utarbeiding av inspeksjonsmal.	2,5

Årlige driftskostnader	Inkluderer nettleie, daglig inspeksjon, overvåkning fra Fedje, fenderslitasje, inspeksjon av sikring og strømutgifter	4,2
Hvert 10. år	Vedlikehold PE-skum og sikring	0,3
Hvert 15. år	Vedlikehold fenderverk, rømningsveier og elektro	17
Hvert 20.år	Vedlikehold av betong i kaianlegg	25

Medregnet reell lønnsvekst blir driftskostnadene rundt 847 MNOK i faste kroner (det vil si at de ikke er neddiskontert).

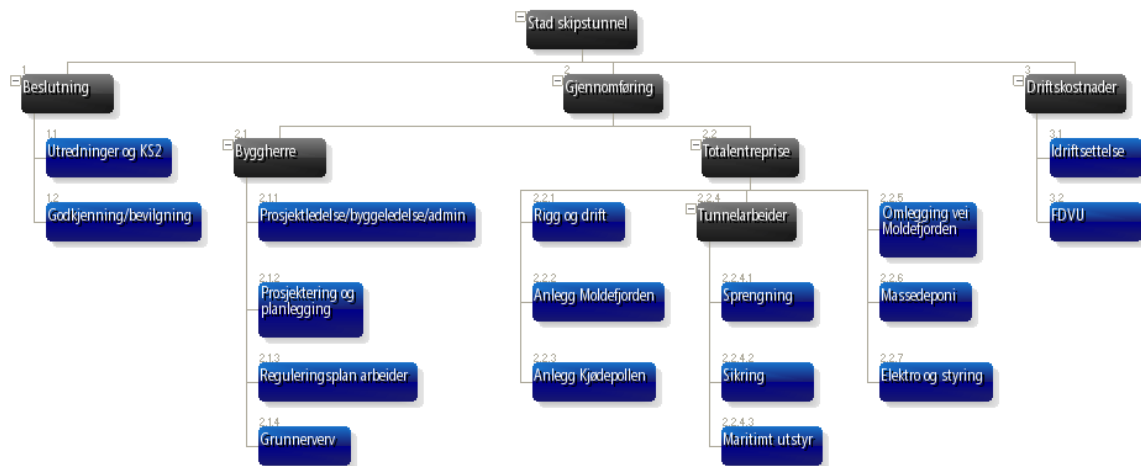
4 Usikkerhetsanalyse av prosjektet

I dette kapitelet gjennomgås beregningsforutsetninger for usikkerhetsanalysen, PNS, estimatusikkerhet, vurdering av usikkerhetsfaktorer samt analyseresultatene.

4.1 Prosjektnedbrytningsstruktur

Det er utformet en generisk prosjektnedbrytningsstruktur (PNS) lik for alternativene. PNS'en er delt inn i arbeidspakker som skal være statistisk uavhengige. Kostnader forbundet med arbeid både før og etter selve konseptgjennomføring er medtatt. Definisjon på arbeidspakkene er beskrevet i Vedlegg 1 og 2.

Figur 4.1 Generisk PNS



Arbeidspakken "Reguleringsplan arbeider" er kun aktuell for det store alternativet, da det ikke er regulert for dette alternativet.

4.2 Estimatusikkerhet

Estimatusikkerhet er knyttet til usikkerhet i mengder og enhetspriser. For hvert kostnadselement ble det estimert en minimums-, sannsynlig- og maksimumsverdi. Minimums- og maksimumsverdien blir satt til å være henholdsvis 10 prosent og 90 prosentkvantilene. Det vil si at minimumsverdien settes slik at kostnaden antas å bli lavere enn denne verdien i 10 prosent av tilfellene, og at maksimumsverdien settes slik at kostnaden antas å bli lavere enn denne verdien i 90 prosent av tilfellene.

Mens grunnkalkylen er summen av de sannsynlige kostnadene i prosjektet, vil den forventede kostnaden være en funksjon av minimums, sannsynlig og maksimums verdi, altså forventede tillegg som et resultat av estimatusikkerhet.

Tabell 4.1 Estimatusikkerhet liten tunnel, mrd kr ekskl. mva

	Min	Sannsynlig	Maks
Stad skipstunnel	1 732	1 978	2 397
Beslutning	4	5	7
Utredninger og KS2	4	5	7
Godkjenning/bevilgning	0	0	0
Gjennomføring	879	1 124	1 548
Byggherre	122	144	187

	Min	Sannsynlig	Maks
Prosjektledelse/ byggeledelse/admin	95	106	122
Prosjektering og planlegging	24	33	57
Grunnerverv	2	3	4
Totalentreprise	758	982	1 365
Rigg og drift	165	189	246
Anlegg Moldefjorden	49	63	92
Anlegg Kjødepollen	51	55	90
Tunnelarbeider	383	496	661
Sprengning	209	241	315
Sikring	111	163	228
Maritimt utstyr	63	92	118
Omlegging vei Moldefjorden	18	23	33
Massedeponi	53	91	137
Elektro og styring	40	65	106
Driftskostnader	849	849	849
Idriftsettelse	2	2	2
Drift	847	847	847

Merk at driftskostnader er medtatt. Usikkerhet i pris og mengde for driftskostnader er ivare tatt i usikkerhetsfaktorer.

Tabell 4.2 Estimatusikkerhet stor tunnel, mill kr ekskl. mva.

	Min	Sannsynlig	Maks
Stad skipstunnel	2 088	2 446	3 078
Beslutning	4	5	7
Utredninger og KS2	4	5	7
Godkjenning/bevilgning	0	0	0
Gjennomføring	1 236	1 592	2 225
Byggherre	143	172	222
Prosjektledelse /byggeledelse/admin	107	120	138
Planlegging og prosjektering	33	47	76
Reguleringsplan arbeider	1	2	4
Grunnerverv	2	3	4
Totalentreprise	1 093	1 420	2 003
Rigg og drift	245	281	367
Anlegg Moldefjorden	53	69	100
Anlegg Kjødepollen	60	75	105
Tunnelarbeider	597	772	1 089
Sprengning	348	403	521
Sikring	148	216	343
Maritimt utstyr	101	153	225
Omlegging vei Moldefjorden	28	34	50
Massedeponi	78	135	201

	Min	Sannsynlig	Maks
Elektro og styring	32	54	91
Driftskostnader	849	849	849
Idriftsettelse	2	2	2
Drift	847	847	847

Merk at driftskostnader er medtatt. Usikkerhet i pris og mengde for driftskostnader er ivaretatt i usikkerhetsfaktorer.

Vurderingen av estimatusikkerhet for hvert enkelt kostnadselement i PNSene er gjennomgått i Vedlegg 1 og 2.

4.3 Vurdering av usikkerhetsfaktorer i prosjektet

Med usikkerhetsfaktorer menes alle forutsigbare og uforutsigbare interne, eksterne og tekniske forhold som kan påvirke prosjektgjennomføringen. Usikkerhetsfaktorene er kvantifisert ut fra hvilken påvirkning de antas å ha på prosjektets kostnader.

Som vist i kapittel 3, fører faktorvurderingen til at man får en *usikkerhetsavsetning* som legges til grunnkalkylen og de forventede tilleggene. Kostnadsrammen (P85) er slik et resultat av faktorvurderingen.

Vurderingen av usikkerhetsfaktorene for hvert enkelt kostnadselement i hvert av alternativene er gjennomgått i Vedlegg 3.

4.3.1 Identifisering av usikkerhetsfaktorer

I gruppeprosessen bidro deltakerne til å identifisere og kvantifisere usikkerhetsfaktorene. I etterkant av gruppeprosessen ble disse gjennomgått og revidert. De endelige faktorer som påvirker prosjektets sluttkostnad er definert til å være:

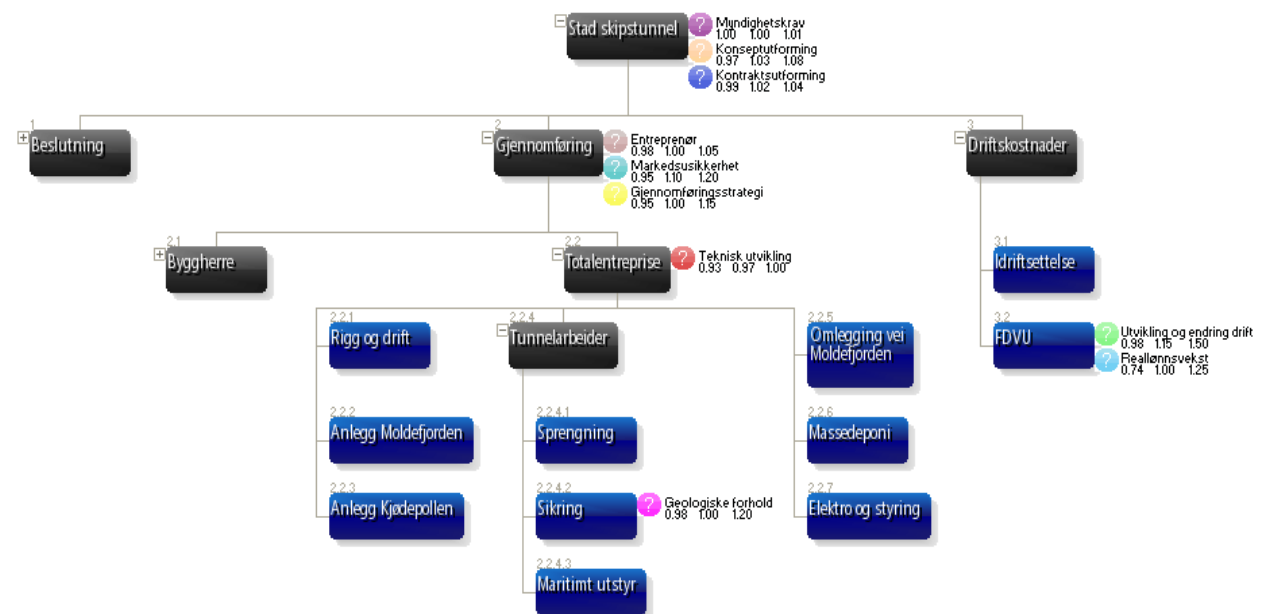
Tabell 4.3 Usikkerhetsfaktorer

Usikkerhetsfaktor	Definisjon
Myndighetskrav	Kostnadskonsekvens av nye myndighetskrav
Konseptutforming	Kostnadskonsekvens av detaljering av konsept (blant annet teknisk utforming).
Kontraktutforming	Kostnadskonsekvens av valgt kontraktutforming (totalentreprise), inkludert fordeling av ansvar for sikring.
Entreprenør	Kostnadskonsekvens av entreprenørens kompetanse og samarbeidsforhold mellom entreprenør og byggherre. Entreprenørens utstyr, organisering og gjennomføringsevne.
Markedsusikkerhet	Hvordan markedet påvirker kostnadene i prosjektet.
Gjennomføringsstrategi	Kostnadskonsekvens av gjennomføringsstrategi. Med gjennomføringsstrategi menes følgende: <ul style="list-style-type: none"> • Prosjektorganisering • Prosjekteiers prioriteringer • Prosjekteiers kravspesifikasjoner

Usikkerhetsfaktor	Definisjon
	<ul style="list-style-type: none"> Kontraktstrategi Mål og suksesskriterier Grensesnitt mot andre prosjekter
Teknisk utvikling	Kostnadskonsekvens av teknisk utvikling.
Geologiske forhold	Den påvirkning andre geologiske forhold enn de som er tatt høyde for i grunnkalkylen har på prosjektets kostnader.
Utvikling og endring drift	Usikkerhet knyttet til endringer i driftsløsning (utvikling) samt prisvariasjoner for kjente kostnadsposter. Dette inkluderer endringer i driftsperioden.
Reallønnsvekst	Kostnadskonsekvens av usikkerhet rundt reallønnsutvikling.

Usikkerhetsfaktorene ble plassert i prosjektnedbrytningsstrukturen basert på hvilke kostnadselementer den enkelte usikkerhetsfaktor påvirker. Prosjektnedbrytningsstruktur med faktorer er gitt i figuren under.

Figur 4.2 PNS Generisk modell med usikkerhetsfaktorer



4.3.2 Hendelsesusikkerhet holdt utenfor analysen

Det er viktig å merke seg at denne usikkerhetsanalysen kun tar for seg hendelsene som har høyere enn 10 prosent sannsynlighet for å inntreffe. En del hendelser som er vurdert til å ha mindre enn 10 prosent sannsynlighet for å inntreffe er dermed ikke inkludert i analysen til tross for til dels store miljø- og kostnadskonsekvenser.

- Krav om rømningstunnel
- Teknisk utvikling fører til dyrere prosjekt
- Vesentlig dårligere fjell enn antatt.

4.4 Analyseresultat

Dokumentasjon av de komplette vurderingene av estimatusikkerhet og usikkerhetsfaktorer finnes i Vedlegg 1, 2 og 3.

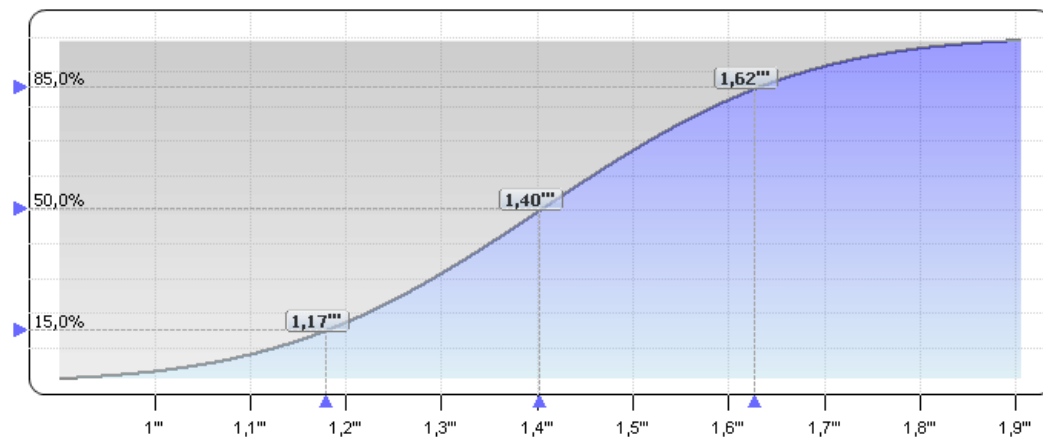
4.4.1 Alternativ 1 – liten tunnel

Vurdering og kvantifisering av usikkerhetsfaktorer

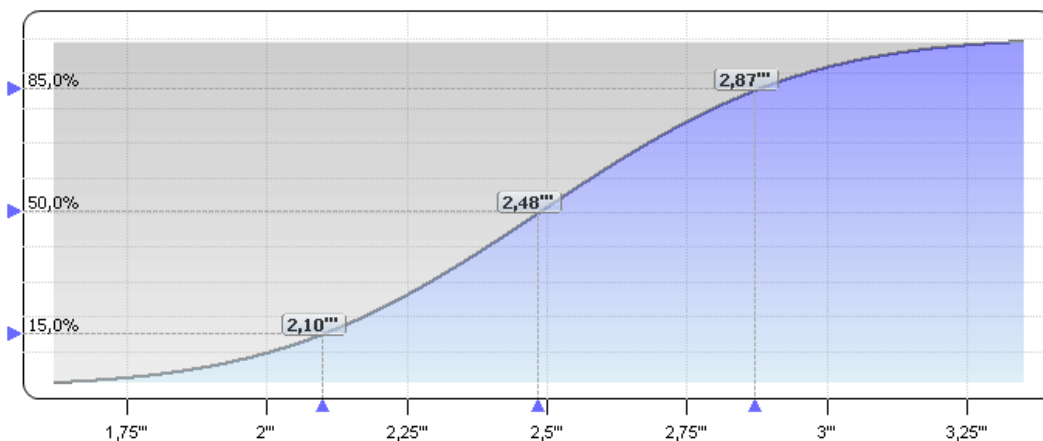
Kvantifiseringen av usikkerhetsfaktorene er underbygget i 3. Det understrekes at dette er våre anslag, basert på en grundig gjennomgang av prosjekteringsunderlaget og intervju med prosjektorganisasjonen og eksterne fageksperter, samt den gjennomførte gruppeprosessen.

Akkumulert sannsynlighetskurve

Figur 4.3 Akkumulert sannsynlighetskurv investering, mrd kr ekskl. mva.



Figur 4.4 Akkumulert sannsynlighetskurv LCC, mrd kr ekskl. mva.



Sannsynlighetskurven gir følgende nøkkeltall for prosjektets kostnader i 2011-kroner:

Tabell 4.4 Tilråding, mrd kr ekskl. mva (rundet av til nærmeste 50 mill kr)

	Liten tunnel - investering	Liten tunnel - LCC
Grunnkalkyle	1,15	2,00

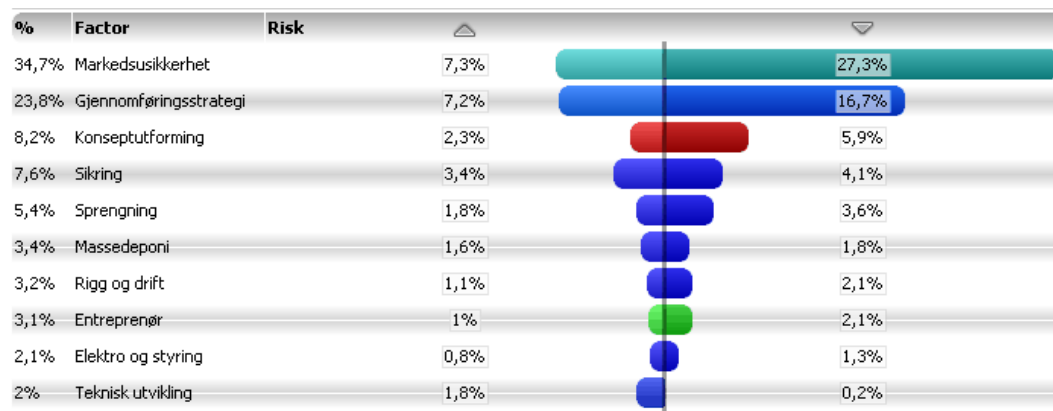
	Liten tunnel - investering	Liten tunnel - LCC
Forventede tillegg	0,25	0,50
Foreløpig anslag styringsramme (P50)	1,40	2,50
Usikkerhetsavsetning	0,20	0,35
Foreløpig anslag kostnadsramme (P85)	1,60	2,85

Det vil si at det er 85 prosent sannsynlighet for at kostnadene vil utgjøre inntil 2,85 mrd kr i prosjektets levetid (75 år), eksklusive moms. Kostnadsrammen for investeringen er anslått til 1,6 mrd kr, eksklusive moms. Merk at dette er faste kr, udiskontert. Man bør derfor legge mindre vekt på kostnadene som sådan, men se på dem som et uttrykk for usikkerhet i konseptene.

Usikkerhetsprofil

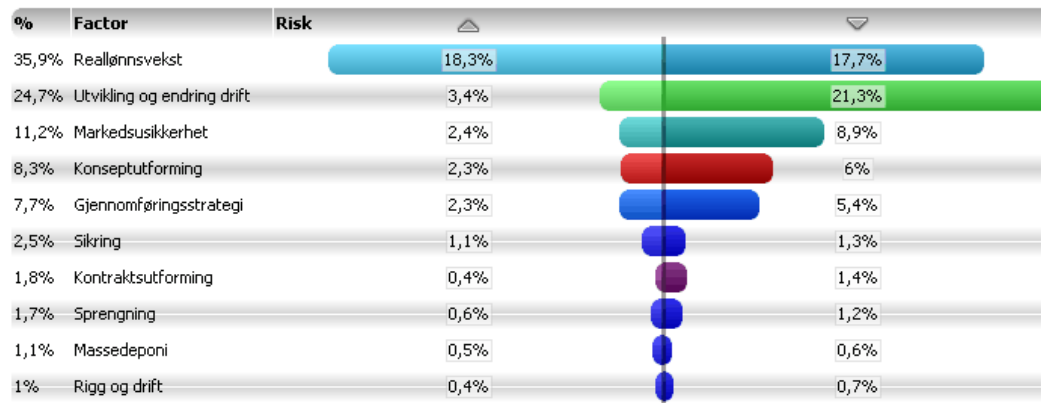
På bakgrunn av usikkerhetsfaktorens innvirkning på prosjektets kostnad kan vi utlede et såkalt Tornadodiagram. Diagrammet reflekterer prosjektets usikkerhetsprofil – risiko og muligheter. Muligheter – som kan bidra til å trekke samlet prosjektkostnad ned – er gitt til venstre i diagrammet, mens risiko til høyre. Diagrammet angir kostnadselementers og usikkerhetsfaktorens relative bidrag til den totale usikkerheten, det vil si at de enkelte usikkerhetsfaktorer vises som prosentandeler av 100 prosent av usikkerheten i modellen.

Figur 4.5 Tornadodiagram for investeringen til prosjektet



I investeringsperspektivet er ikke *reallønnsvekst* eller *utvikling og endring drift* medtatt som usikkerhetsfaktorer. *Gjennomføringsstrategi* og *konseptutforming* som er påvirkbare for prosjektet har en større andel av usikkerheten i prosjektet, og det er større anledning for å redusere usikkerheten enn i et levetidsperspektiv.

Tabell 4.6 Tornadodiagram for LCC av prosjektet



Mange av usikkerhetsfaktorene vil ikke prosjektet i levetidsperspektivet kunne påvirke i stor grad, deriblant *markedsusikkerhet* og *reallønnsvekst*. Markedsusikkerhet kan i noen grad påvirkes ved å optimalisere kontraksstrategien for det aktuelle markedet og utlyse konkurransen ved det mest gunstige tidspunktet. Av usikkerhetsfaktorene som er påvirkbare av prosjektet utgjør *gjennomføringsstrategi*, *konseptutforming* og *utvikling og endring av drift* rundt 41 prosent av prosjektets usikkerhet. Dersom konseptet skal bygges, blir det viktig å fokusere på å redusere usikkerheten for disse faktorene i planleggingsfasen.

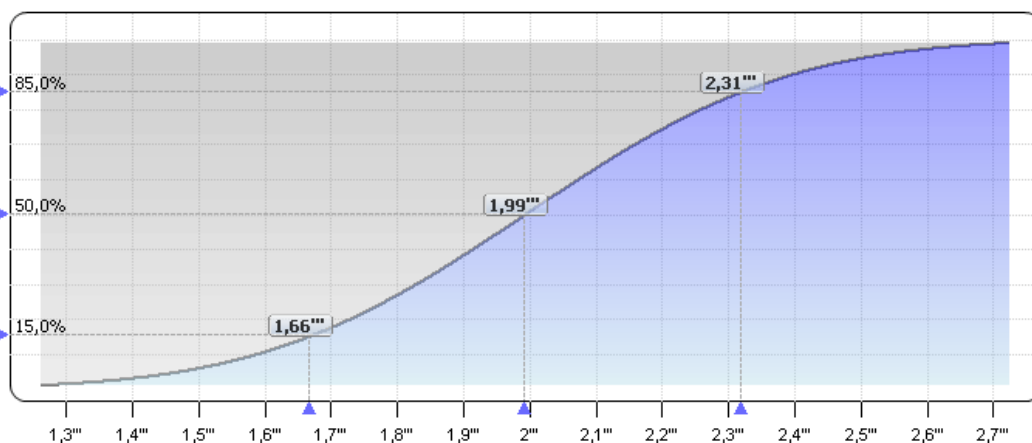
4.4.2 Alternativ 2 – stor tunnel

Vurdering og kvantifisering av usikkerhetsfaktorer

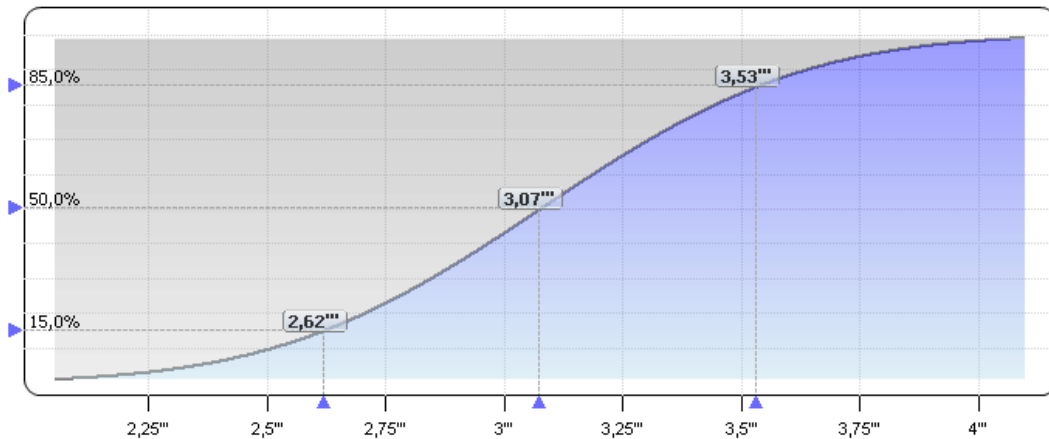
Kvantifiseringen av usikkerhetsfaktorene er underbygget i vedlegg 3. Det understrekes at dette er våre anslag, basert på en grundig gjennomgang av prosjekteringsunderlaget og intervju med prosjektorganisasjonen, samt den gjennomførte gruppeprosessen.

Akkumulert sannsynlighetskurve

Figur 4.5 Akkumulert sannsynlighetskurv investering, mrd kr ekskl. mva.



Figur 4.6 Akkumulert sannsynlighetskurv LCC, mrd kr ekskl. mva



Sannsynlighetskurven gir følgende nøkkeltall for prosjektets kostnader i mai 2011-kroner:

Tabell 4.9 Tilråddning, mrd kr ekskl. mva (avrundet til nærmeste 50 mill kr)

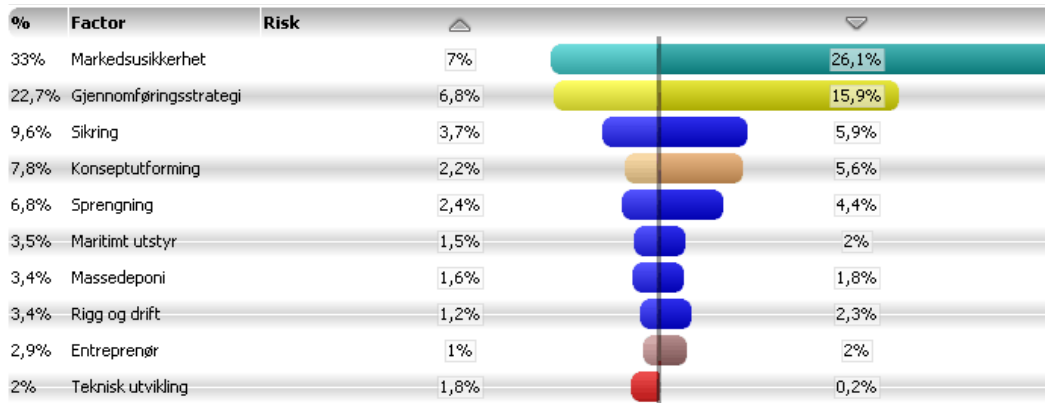
	Stor tunnel - investering	Stor tunnel - LCC
Grunnkalkyle	1,60	2,45
Forventede tillegg	0,40	0,50
Foreløpig anslag styringsramme (P50)	2,00	3,05
Usikkerhetsavsetning	0,30	0,50
Foreløpig anslag kostnadsramme (P85)	2,30	3,55

Det vil si at det er 85 prosent sannsynlighet for at kostnadene vil utgjøre inntil 3,55 mrd kr i prosjektets levetid (75 år), eksklusiv mva. Kostnadsrammen for investeringen er anslått til 2,3 mrd kr, eksklusiv mva. Merk at dette er faste kr, udiskontert.

Usikkerhetsprofil

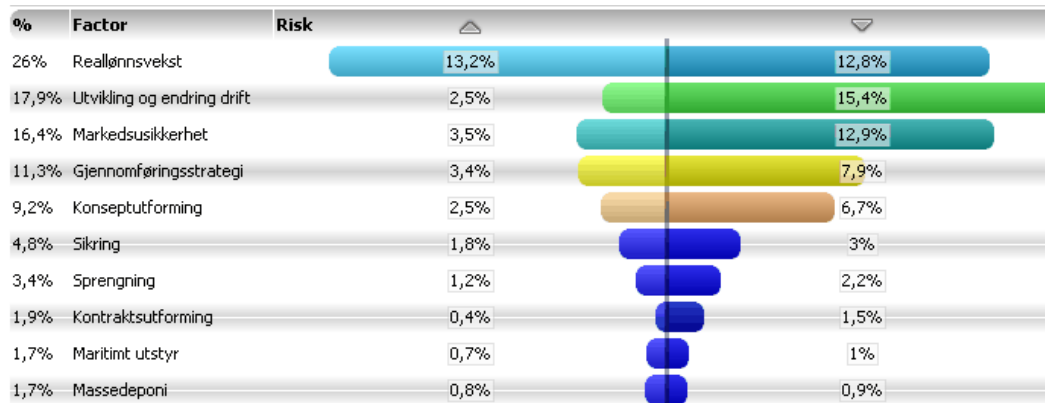
På bakgrunn av usikkerhetsfaktorens innvirkning på prosjektets kostnad kan vi utlede et såkalt Tornadodiagram. Diagrammet reflekterer prosjektets usikkerhetsprofil – risiko og muligheter. Muligheter – som kan bidra til å trekke samlet prosjektkostnad ned – er gitt til venstre i diagrammet, mens risiko til høyre. Diagrammet angir kostnadselementers og usikkerhetsfaktorens relative bidrag til den totale usikkerheten, det vil si at de enkelte usikkerhetsfaktorer vises som prosentandeler av 100 prosent av usikkerheten i modellen.

Figur 4.7 Tornadodiagram for investeringen til prosjektet



Tornadodiagrammet for investeringen skiller seg fra levetidsperspektivet ved at *reallønnsvekst* eller *utvikling og endring drift* ikke er medtatt som usikkerhetsfaktorer. Det er derfor større anledning for prosjektet til å redusere usikkerheten i faktorene *Gjennomføringsstrategi* og *konseptutforming*.

Figur 4.11 Tornadodiagram for LCC av prosjektet



Den største usikkerhetsfaktoren er *markedsusikkerhet*, som i noen grad kan reduseres ved å optimalisere kontraktsstrategien for det aktuelle markedet og utlyse konkurransen ved det mest gunstige tidspunktet. Usikkerhetsfaktorene *gjennomføringsstrategi*, *konseptutforming* og *utvikling og endring drift* er påvirkbare av prosjektet, og utgjør 38 prosent av usikkerheten til kostnaden av prosjektet. Denne usikkerheten kan reduseres i en eventuell projekterings- og planleggingsfase.

Vedlegg 1 Estimatusikkerhet stor tunnel

Utredninger og KS2			
Definisjon	Inkluderer KS2 arbeid, samt de utredninger som er nødvendig i forprosjektfasen.		
Utfordringer generelt	Uklart hva omfanget av slike utredninger er per nå.		
Den aktuelle situasjon	Det er nødvendig med en utredning knyttet til hydraulikkforhold i tunnelen, samt simuleringer av hvordan ulike skip takler strøm og vind ved innsegling til tunnelen og manøvrering gjennom tunnelen.		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Det er behov for færre og mindre omfattende utredninger enn antatt.	Behov som antatt	Det er behov for flere og mer omfattende utredninger enn antatt.
Kvantifisering	kr 4 000 000,00	kr 5 000 000,00	kr 7 000 000,00
Forslag til tiltak			
Godkjenning/bevilgning			
Definisjon	Kostnader knyttet til prosessen som fører til godkjenning og bevilgning. Dette omfatter administrasjon fra Kystverket og Fiskeri- og Kystdepartementet utover det som er vanlig arbeid.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Det er ikke sannsynlig at FKD og Kystverket vil sette av ressurser dedikert kun til dette arbeidet, det vil være en del av ordinær arbeidsmengde. Posten er ikke prissatt, men medtatt fordi det er en sentral beslutning.		
Forutsetning	Ingen ekstraordinære kostnader knyttet til godkjenning/bevilgning.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering			
Kvantifisering	kr 0,00	kr 0,00	kr 0,00
Forslag til tiltak			

Prosjektledelse/byggeledelse/admin			
Definisjon	<p>Samlepost for byggherrens samlede prosjektadministrasjon og ytelser relatert til gjennomføring av alternativet. Dette elementet skal dekke kostnader f.o.m. prosjektet får bevilgningen av myndighetene, ekskludert prosjektering.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 prosjektleder (8 år) - 1 byggeleder (8 år) - 1 geolog overordna (7) - 3 geolog/kontrollingeniør (5 år) - 1 teknisk anlegg (2,5 år - halve tiden) - 3 byggherrestøtte (5 år) (regnskap, sekretær, kvalitetssikring, HMS, PR og kommunikasjon) - Prosjektstyre (6 år - 0,5 årsverk) Antar 2000 kr/t <p>Totalt 55,5 årsverk (utenom prosjektstyre). Antar et snitt på 1,9 MILL KR per person, og 0,1 MILL KR i tillegg for boligrigg og mat.</p>		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Behov for kontorplass, som kan leies hos entreprenør. 300 000 kr i året for byggherrens rigg.		
Forutsetning	Antar totalentreprise. Antar at byggherre tar risiko for sikring.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	1 800 000 kr/årsverk	2000 000 kr/årsverk	2 300 000 kr/årsverk
Kvantifisering	kr 107 000 000,00	kr 120 000 000,00	kr 138 000 000,00
Forslag til tiltak			
Prosjektering og planlegging			
Definisjon	Kostnader knyttet til prosjektering og planlegging samt konkurransegrunnlag.		
Utfordringer generelt	Kystverket har lite erfaring med denne type og størrelse på anlegg.		
Den aktuelle situasjon	<p>Det er ikke stor forskjell på detaljering av denne prosjekteringen og entreprenørens prosjektering. Det vil bli nødvendig med større grunnundersøkelser av traseen. Statens Vegvesen pleier å kalkulere denne posten som 3-5 % av byggesummen. Oppfølging av konsulent i byggetid er også nødvendig, kostnaden for dette ligger rundt 2 mill kr per år.</p> <p>Det er behov for flere undersøkelser knyttet til påhuggene. Man kan gå rett i detaljprosjektering med det materialet som foreligger nå. Det er mye historikk som må gjennomgå i en prosjektering, så det vil være en tidkrevende øvelse. Det skal</p>		

	foreligge en konsekvensutredning for alternativet liten tunnel.		
Forutsetning	Det er forutsatt totalentreprise. Entreprenørens prosjektering inngår ikke her.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Behovet for prosjektering mindre enn antatt. 2 % av byggekostnad	Som antatt. 3 % av byggekostnad. Konsulent oppfølging 2 mill kr per år i 4 år.	Behovet for prosjektering og grunnundersøkelser større enn antatt. 5 % av byggekostnad.
Kvantifisering	kr 33 000 000,00	kr 47 000 000,00	kr 76 000 000,00
Forslag til tiltak			
Reguleringsplan arbeider			
Definisjon	Reguleringsarbeide som omfatter regulering av området for stort tunnelalternativ.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Det er ikke regulert for det store alternativet. Med det store alternativet vil det være nødvendig med bru over veg både i Moldefjorden og Kjøddepollen. I Kjøddepollen gjelder dette ikke riksvegen, men en lokalveg. Sannsynligvis en enkel reguleringsprosess.		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Lite ekstraarbeid å gjøre om regulering fra liten til stor tunnel, da mye av grunnlagsmaterialet kan brukes.	Som antatt	Tidsforsinkelser på grunn av innsigelser, og behov for mer omfattende miljøundersøkelser.
Kvantifisering	kr 1 000 000,00	kr 2 000 000,00	kr 4 000 000,00
Forslag til tiltak			
Grunnerverv			
Definisjon	Kostnader knyttet til grunnerverv.		
Utfordringer generelt			

Den aktuelle situasjon	<p>Grunnerverv er nødvendig ved tunnelåpningene, for vegareal og for utfyllingsområdene ved tunnel og veger. Det er landbruksjord ved tunnelåpninger som skal kjøpes/ekspropieres. Stort sett utmark, med unntak av et lite småbruk som er ubebodd.</p> <p>I forhold til prosjektets grunnkalkyle er denne posten redusert fra 7 mill kr, fordi grunnen som skal erverves stort sett er utmark.</p>		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Bare utmark skal ekspropieres, lav markedsverdi på småbruk	Som antatt, med stort sett utmark og jordbruksareal.	Grunneiere vil kunne prøve å få erstatning for innmark (på Kjødepollen er det diskusjon om områder skal defineres som inn- eller utmark)
Kvantifisering	kr 2 000 000,00	kr 3 000 000,00	kr 4 000 000,00
Forslag til tiltak			
Rigg og drift			
Definisjon	Kostnaden omfatter et samlet påslag for rigg og drift på summen av alle prosesser.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	<p>Anlegget er forholdsvis enkelt. På Kjødepollen-siden kan det være noen småbruk i nærheten av riggen, som vil kunne komplisere riggsituasjonen og muligens føre til restriksjoner på rystelse. Det er store høyder i tunnelen, men vil ikke være større utfordringer knyttet til HMS enn for normale tunnelprosjekter. Tunnelen skal drives fra Moldefjorden, men man må ha påhugg og forskjæring på begge sider. Det er oppdrettsanlegg i nærheten av Kjødepollen. Pallsprengning kan gjøres veldig rasjonelt, man bør vurdere om den antatte fremdriften på 5 år kan reduseres.</p> <p>I dag er riggkostnaden ofte oppe i rundt 30-32 %, noe som kan skyldes taktisk lav prising av enhetskostnader i tilbud.</p>		
Forutsetning	Inkluderer entreprenørens prosjektering. Området kan bli mindre attraktivt for turisme i byggeperioden, men nok lite aktuelt med avbøtende tiltak.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	<p>20 %</p> <p>Søkt balansert mot enhetskostnader.</p> <p>Utenlandske selskaper med kompetanse og størrelse til å ta på seg et slikt oppdrag finner</p>	<p>23 %</p> <p>Søkt balansert mot enhetskostnader.</p> <p>Som antatt i dagens markedssituasjon.</p>	<p>30 % Søkt balansert mot enhetskostnader. Relativt få selskaper i Norge som har kompetanse og størrelse til å ta på seg et slikt oppdrag.</p>

	prosjektet attraktivt.		
Kvantifisering	kr 245 000 000,00	kr 281 000 000,00	kr 367 000 000,00
Forslag til tiltak			
Anlegg Moldefjorden			
Definisjon	<p>Alle kostnader knyttet til anlegg Moldefjorden, inkludert tilstøtende vegger og flytekai.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sprengning i linjen (30 mill kr) - Murer av naturstein (3,6 mill kr) - Rekkverk (3 MNOK) - Spunt og avstivningssystemer (5 mill kr) - Levering og montering stål (9,6 mill kr) - Fenderverk (4,4 mill kr) <p>Totalt 55,6 MNOK av 58 mill kr</p>		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	<p>Kystverket har ferske priser på sjømerker. Ventekai/flytekai er kun ment for småbåter, og det er usikkert om komponenten er nødvendig for konseptet sin del.</p> <p>Det vil nok være et krav fra myndighetene at man etterlater en ryddig overflate etter byggeperioden, derfor vil det med bearbeiding av jord og plantearbeid.</p> <p>Bru over tunnel er ført under "omlegging av vei Moldefjorden".</p>		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.	Som antatt	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.
Kvantifisering	kr 53 000 000,00	kr 69 000 000,00	kr 100 000 000,00
Forslag til tiltak			
Anlegg Kjødepollen			
Definisjon	<p>Alle kostnader knyttet til anlegg Kjødepollen, inkludert tilstøtende vegger, flytekai og bru.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sprengning i linjen (18 mill kr) - Murer av naturstein (1,8 mill kr) - Rekkverk (2 mill kr) 		

	<ul style="list-style-type: none"> - Spunt og avstivningssystemer (2,5 mill kr) - Levering og montering stål (5,6 mill kr) - Fenderverk (12,3 mill kr) <p>Totalt 42,2 mill krav 65 mill kr</p>		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	<p>Det er dypere på Kjødepollen siden, mindre masser skal ut her enn på Moldefjorden siden.</p> <p>Kystverket har ferske priser på sjømerker. Ventekai/flytekai er kun ment for småbåter, og det er usikkert om komponenten er nødvendig for konseptet sin del.</p> <p>Det vil nok være et krav fra myndighetene at man etterlater en ryddig overflate etter byggeperioden, derfor vil det med bearbeiding av jord og plantearbeid.</p>		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.	Som antatt	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.
Kvantifisering	kr 60 000 000,00	kr 75 000 000,00	kr 105 000 000,00
Forslag til tiltak			
Sprengning			
Definisjon	<p>Kostnader relatert til sprengning av tunnel.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sprengning med tunnelrigg (181 mill kr) - Sprengning med pallrigg (95 mill kr) - Sprengning av propper (5 mill kr) <p>Opplasting og transport (154 mill kr)</p>		
Utfordringer generelt	Om profilet er riktig utformet. Sprengning ved stor høyde er utfordrende.		
Den aktuelle situasjon	<p>Årsaken til at det er ulik profil i hengt for stor og liten tunnel er at kregning er et større problem for små fartøy enn for større fartøy. Derfor er det behov for et flatere profil ved liten tunnel enn ved stor tunnel. I tillegg gir flatere heng rom for containerskip. Ved mer flatt heng trengs flere bolter. Om man tenker på bergtekniske forhold så kan buehøyden i det store tunnelalternativet reduseres, slik at tverrsnittet for tunnelen blir mindre. Pihøyden skal være ca 1/5 av spennvidden (tommelfingerregel). Det er brukt 3-4 ulike designskip, og dimensjonene til tunnelen er vurdert ift disse.</p> <p>Sprengningsarbeider er kurant, ingen spesielle utfordringer. Antatt å være veldig god bergmassekvalitet i største deler av tunnelen. Det er litt spesielt å bruke pallsprengning i tunnel, men det er kjent teknologi. Man vil måtte sprengne i etapper på grunn av den store høyden. Ved å bruk stendere i pallsprengning, blir resultatet penere og billigere. Terskelsprengning er også kjent teknologi (gjøres ikke hver dag, men hvert år). Det er kurant å ta bort bergmassen etter sprengning, en mulighet er å</p>		

	<p>bruke sprengningsgroper.</p> <p>Det er enighet om at kombinasjon av pall- og tunnelrigg er fornuftig, og at det ikke er noen usikkerhet knyttet til mengder for byggherre, da denne er fast. Entreprenøren får ikke betalt for overmasser. Normalt får en 0,5-1 m ekstra sprengningsmasser i tverrsnittet. Vanligvis er prisen for transport av masser i tunnelen med i sprengningsprisen (intertransport).</p> <p>156 kr/m³ virker som en riktig pris. En faktor på 1,6 for teoretisk til faktisk volum for sprengmasser er realistisk.</p>		
Forutsetning	<p>Legger til grunn tverrsnitt og lengde av tunnel som dimensjonert, og sikkerhet som en vegtunnel. Forutsetter det markedet som er i dag, og at marginer og risiko tas på rigg. Antatt faktor på 1,6 fra teoretisk til faktisk sprengningsvolum.</p>		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	<p>132 kr/m³</p> <p>Store sprengningsvolum vil kunne gi lavere kubikkpris enn for tradisjonelle tunneler.</p>	<p>Som antatt - 156 kr/m³.</p>	<p>196 kr/m³</p> <p>Utfordringer grunnet stor høyde i tunnelen gir høyere kubikkpris enn for tradisjonelle tunneler.</p>
Kvantifisering	kr 348 000 000,00	kr 403 000 000,00	kr 521 000 000,00
Forslag til tiltak			
Sikring			
Definisjon	<p>Kostnader relatert til sikring av tunnelen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Innstøpte bolter (40 mill kr) - Forankrede bolter (17,5 mill kr) - Sprøytebetong (114 mill kr) - Sikringsbuer (5 mill kr) - Vann og frostsikring (36 mill kr) 		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	<p>Både arbeids- og permanent sikring. Ettersikring etter at tunnelen er satt i drift vil bli kostbart, derfor må all permanent sikring tas under utbyggingen. Det er faste regneark for bruk av Q-verdier, derfor er dette gjort finmasket i ingeniørgeologisk rapport. Det er enighet om at det i KS1 sammenheng er rimelig å dele opp i grovere inndelinger.</p> <p>Hovedkonklusjon i geo. rapport er at det er hovedsaklig godt fjell. Seismiske undersøkelser viste noen lave hastigheter rundt påhuggene, noe som tyder på dårligere fjell. Det er påvist eklogittsoner nær dagen, men det er lite sannsynlig at disse vil skape problemer i dypet annet enn som harde soner det kan være vanskeligere å drive gjennom.</p> <p>I partier med dårlig fjell må man bruke stag, oppspente eller innstøpte. Det er risikobeton å bruke korte stag i partier med dårlig fjell. Oppspente stag koster betydelig mer, så omfanget bør reduseres. I "innstøpte bolter" ligger det også kombinasjonsbolter (CT-enderankra). Oppspent stag koster rundt kr 15 000, CT-bolt rundt kr 1500. Enighet om at man bør bruke 8 m forbolter istedenfor 6 m forbolter. I hallene i Odda brukte man 11 m stag, til kr 1700. Grimstad har erfaring med at det kan</p>		

	<p>komme deformasjoner i cm-skala, bør være med forspente stag. Bør ha med stag for å håndtere uforutsette situasjoner, men det skal ikke sikres systematisk med stag. Deformasjonen kan komme når man sprenger i bunn, når høyden er frisprenget. Det finnes erfaring i Norge med 50,60,70 m høye vegger.</p> <p>Sikringsbuer er dyre, et eksempel fra tunnel gir 140 000 kr per stk ved et spenn på 18 m, et annet viser 100 000 kr ved spenn på 20 m. Det er for lite å la bue gå fra vederlag til vederlag, må gå lenger nedover vegg.</p> <p>- Laveste verdier: CC 1,6 kan være noe høyt (men forventer også at det er dårlig enkelte steder)</p> <p>- Middels godt fjell: Kan redusere sprøytebetong tykkelse i vegg kontra heng og vederheng. Redusere til 9 cm sprøytebetong.</p> <p>Krav om å unngå vesentlige endringer i grunnvannsnivå over og omkring tunnelen er uoverkommelig dyrt å ivareta, veggtunneler på Vestlandet blir dessuten aldri injisert. Vegvesenet i Sogn og Fjordane - snitt på 65 % vann og frostsikring i hengen.</p> <p>Det er usikkert om det er behov for brannsikring.</p> <p>- Laveste verdier: CC 1,6 kan være noe høyt (men forventer også at det er dårlig enkelte steder)</p> <p>- Middels godt fjell: Kan redusere sprøytebetong tykkelse i vegg kontra heng og vederheng. Redusere til 9 cm sprøytebetong.</p> <p>Krav om å unngå vesentlige endringer i grunnvannsnivå over og omkring tunnelen er uoverkommelig dyrt å ivareta, veggtunneler på Vestlandet blir dessuten aldri injisert. Vegvesenet i Sogn og Fjordane - snitt på 65 % vann og frostsikring i hengen.</p> <p>Det er usikkert om det er behov for brannsikring.</p>		
Forutsetning	Basert på nye vurderinger av ingeniørgeologisk rapport.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	<p>Godt fjell, med mindre behov for sikring og lavere priser enn antatt.</p> <p>Ikke brannsikring av PE-skum.</p>	Som antatt. Ikke brannsikring av PE-skum.	<p>Som antatt, med noe mer behov for sikring og høyere priser enn antatt</p> <p>Full brannsikring</p>
Kvantifisering	kr 148 000 000,00	kr 216 000 000,00	kr 342 000 000,00
Forslag til tiltak			
Maritimt utstyr			
Definisjon	<p>Kostnader relatert til maritimt utstyr inne i tunnelen. Inkluderer rekkverk, pollere, ledere, fendere.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Varmeskjold (14 mill kr) - Rekkverk (4 mill kr) - Plan forskaling (39 mill kr) - Armering kamstål (15 mill kr) - Betong (25 mill kr) - Søylefendere (12 mill kr) 		

Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	<p>Det er ikke nødvendig å bruke syrefast armering, da dette kun er brukt i spesielt korrosive miljøer. Dr. Techn. Olav Olsen har levert de fleste kaianlegg til Oslo Kommune, og da brukes ikke syrefast armering. Strøm i tunnelen gjør at vannet vil bli skiftet ut minst like ofte som ved en ordinær kaifront. Konsoller for fenderverk bygges i tre for liten tunnel, men av betong i stor tunnel. Det er ikke vurdert hvor betong skal hentes fra, men det er mye industri i området, så det forventes å være tilgjengelig. Prisen for betong er rimelig med tanke på bruk av mobilt blandebatteri.</p> <p>En fender dekker 20 m, sannsynlig kost 5000 per m2.</p> <p>Fortøyningsmuligheter i tunnelen er kun dimensjonert for relativt små fartøy, da større fartøy er forutsatt å kunne komme seg raskt ut av tunnelen ved brann eller liknende.</p>		
Forutsetning	Det er forutsatt at det ikke er nødvendig med ventekai for større fartøy.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.	Som antatt. Kostnaden til søylefendere, pollere og ledere er redusert ift grunnkalkyle	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.
Kvantifisering	kr 101 000 000,00	kr 153 000 000,00	kr 225 000 000,00
Forslag til tiltak			
Omlegging vei Moldefjorden			
Definisjon	<p>Kostnader relatert til omlegging av Rv. 618 med bru ved Moldefjorden. Veglengde omlag 700 m, bredde 6 m.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Midlertidig trafikkavvikling (8 mill kr) - Masseflytting av fjell i linjen (3,5 mill kr) - Bærelag (3 mill kr) - Rekkverk (3 mill kr) - Levering av stålmaterialer (3,6 mill kr) <p>Totalt 21,1 mill krav 30 mill kr</p>		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	<p>Påhugget ved Moldefjorden gjør det nødvendig å legge om eksisterende riksveg slik at den går på bru over tunnelen. Dette gir behov for opprettelse av midlertidig "riksveg" forbi anleggsområdet.</p> <p>Grunnkalkylen er prisjustert og sammenlignet med erfaringspriser for kostnad per lm vei og bru som er lagt til grunn for ny kalkyle.</p>		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst

Vurdering	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.	15 mill krfor bru, 15 mill krfor vei (ca 21 000 kr/km vei)	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.
Kvantifisering	kr 28 000 000,00	kr 34 000 000,00	kr 50 000 000,00
Forslag til tiltak			
Massedeponi			
Definisjon	<p>Kostnader knyttet til massedeponi. Inkluderer transport av masser fra tunnel til deponi, etablering av motfylling, og bearbeiding av arealer i etterkant.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fjellmasser til motfylling (15 mill kr) - Fjellmasser til fyllplass (88 mill kr) - Arondering (8 mill kr) - Erosjonsforebyggende (7 mill kr) - Utlegging og bearbeiding jord (14 mill kr) 		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	<p>Tunnelmassen er planlagt deponert i Moldefjorden ved å opprette to kunstige øyer av tunnelmassen. Massene kan transporteres direkte ut fra tunnelen ved å gradvis bygge ut deponiet, for senere å fjerne masser mellom øyene og tunnelen. Reguleringsplan for massedeponi er godkjent for liten tunnel. Kostnadene tar høyde for løsmasser som skal brukes på øyene.</p> <p>I verste fall kan det bli aktuelt å spyle sprengmasser på stuff, og rense vann fra bassenger i tunnel. Dette utgjør ingen stor kostnad da vann fra tunnelbasseng må renses uansett.</p>		
Forutsetning	Det tas ikke til inntekt at tunnelmassene kan selges. Antatt faktor på 1,6 fra teoretisk til faktisk sprengningsvolum.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.		Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.
Kvantifisering	kr 78 000 000,00	kr 135 000 000,00	kr 201 000 000,00
Forslag til tiltak			
Elektro og styring			
Definisjon	Kostnader relatert til elektrotekniske anlegg i tunnelen samt utstyr og overføringsanlegg for fjernstyring av trafikkovervåkingen.		

	<ul style="list-style-type: none"> - Lys og strøm i tunnelen (5 mill kr) - Målesystemer (5 mill kr) - Styringssentral (40 mill kr) 		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	<p>Denne posten er fastsatt av Kystverket, og er gjennomgått et par ganger tidligere. Må undersøkes videre, da ingen i gruppeprosessen har særlig erfaring med prissetting av styringssystemene. Erfaring fra veitunneler tilsier at elektro kan utgjøre så mye som 15 % av totalkostnaden for en tunnel. Erfaring viser også at kostnaden for elektro ligger rundt 6-7000 kr/lm tunnel. Det kan imidlertid være utstyr i veitunneler som ikke skal med her.</p> <p>Det må installeres målesystemer for å holde oversikt over nivå på forurensing.</p>		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.	Som antatt	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.
Kvantifisering	kr 32 000 000,00	kr 54 000 000,00	kr 91 000 000,00
Forslag til tiltak			
Idriftsettelse			
Definisjon	Kostnader relatert til oppstartsfasen av tunnelen.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	<p>Fartøy som skal gå gjennom tunnelen har ikke losplikt, men må ha sertifisering. Dette systemet vil være annerledes enn det som finnes for farledsbevis. Denne vil være basert på selvfinansiering. Kystverket får en utgift ved å måtte sertifisere loser til å kunne lose gjennom skipstunnelen.</p>		
Forutsetning	Det er antatt en varighet på 3 mnd for oppstartsfasen.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering			
Kvantifisering	kr 2 000 000,00	kr 2 000 000,00	kr 2 000 000,00
Forslag til tiltak			

FDVU			
Definisjon	Kostnader knyttet til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	<p>Det bør ikke være behov for rens av tunnelen i levetiden. Om det ikke er aggressive innlekkasjer, så kan sprøytebetong stå i flere titalls år. Etterhvert kan tunnelen få utvasking av kalk i sprøytebetong. Jernbaneverket bruker 100 år som levetid for sine tunneler, og da er det ikke nødvendig med utskiftning/vedlikehold av sikring. Lysarmatur og elektronikk må skiftes oftere (15 år). Det bør være detektorer for avgasser. Avgasser og evt. is er grunnen til at man ønsker at mennesker skal holde seg innendørs.</p>		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Ivaretatt i usikkerhetsfaktor	Ivaretatt i usikkerhetsfaktor	Ivaretatt i usikkerhetsfaktor
Kvantifisering	kr 360 000 000,00	kr 360 000 000,00	kr 360 000 000,00
Forslag til tiltak			

Vedlegg 2 Estimatusikkerhet liten tunnel

Utredninger og KS2			
Definisjon	Inkluderer KS2 arbeide, samt utredninger som er nødvendig i forprosjektfasen.		
Utfordringer generelt	Uklart hva omfanget av slike utredninger er per nå.		
Den aktuelle situasjon	Det er nødvendig med en utredning knyttet til hydraulikkforhold i tunnelen, samt simuleringer av hvordan ulike skip takler strøm og vind ved innsegling til tunnelen og manøvrering gjennom tunnelen.		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Det er behov for færre og mindre omfattende utredninger enn antatt.	Behov som antatt	Det er behov for flere og mer omfattende utredninger enn antatt.
Kvantifisering	kr 4 000 000,00	kr 5 000 000,00	kr 7 000 000,00
Forslag til tiltak			
Godkjenning/bevilgning			
Definisjon	Kostnader knyttet til prosessen som fører til godkjenning og bevilgning. Dette omfatter administrasjon fra Kystverket og Fiskeri- og Kystdepartementet utover det som er vanlig arbeid.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Det er ikke sannsynlig at FKD og Kystverket vil sette av ressurser dedikert kun til dette arbeidet, det vil være en del av ordinær arbeidsmengde. Posten er ikke prissatt, men medtatt fordi det er en sentral beslutning.		
Forutsetning	Ingen ekstraordinære kostnader knyttet til godkjenning/bevilgning.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering			
Kvantifisering	kr 0,00	kr 0,00	kr 0,00
Forslag til tiltak			

Prosjektledelse/byggeledelse/admin			
Definisjon	<p>Samlepost for byggherrens samlede prosjektadministrasjon og ytelser relatert til gjennomføring av alternativet. Dette elementet skal dekke kostnader f.o.m. prosjektet får bevilgningen av myndighetene, ekskludert prosjektering.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 prosjektleder (7 år) - 1 byggeleder (7 år) - 1 geolog overordna (6 år) - 3 geolog/kontrollingeniør (4 år) - 1 teknisk anlegg (2 år - halve tiden) - 3 byggherrestøtte (4 år) (regnskap, sekretær, kvalitetssikring, HMS, PR og kommunikasjon) - Prosjektstyre (5 år - 0,5 årsverk) Antar 2000 kr/t <p>Totalt årsverk 48,5 (utenom prosjektstyre). Antar et snitt på 1,9 mill kr per person, og 0,1 mill kr i tillegg for boliggrigg og mat.</p>		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Behov for kontor plass, som kan leies hos entreprenør. 300 000 mill kri året for byggherrens rigg.		
Forutsetning	Antar totalentreprise. Antar at byggherre tar risiko for sikring.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	1 800 000 kr/årsverk	2 000 000 kr/årsverk	2 300 000 kr/årsverk
Kvantifisering	kr 95 000 000,00	kr 106 000 000,00	kr 122 000 000,00
Forslag til tiltak			
Prosjektering og planlegging			
Definisjon	Kostnader knyttet til prosjektering og planlegging samt konkurransegrunnlag. Oppfølging av konsulent i byggetid er også inkludert.		
Utfordringer generelt	Kystverket har lite erfaring med denne type og størrelse på anlegg.		
Den aktuelle situasjon	Det er ikke stor forskjell på detaljering av denne prosjekteringen og entreprenørens prosjektering. Det vil bli nødvendig med større grunnundersøkelser av traseen. Statens Vegvesen pleier å kalkulere denne posten som 3-5 % av byggesummen. Oppfølging av konsulent i byggetid er også nødvendig, kostnaden for dette ligger rundt 2 MNOK per år.		

Forutsetning	Det er forutsatt totalentreprise. Entreprenørens prosjektering inngår ikke her.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Behovet for prosjektering mindre enn antatt. 2 % av byggekostnad	Som antatt. 3 % av byggekostnad. Konsulent oppfølging 2 mill kr per år i 4 år.	Behovet for prosjektering og grunnundersøkelser større enn antatt. 5 % av byggekostnad.
Kvantifisering	kr 24 000 000,00	kr 33 000 000,00	kr 57 000 000,00
Forslag til tiltak			
Reguleringsplan arbeider			
Definisjon	Reguleringsarbeide som omfatter regulering av området for stort tunnelalternativ.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Det er ikke regulert for det store alternativet. Med det store alternativet vil det være nødvendig med bru over veg både i Moldefjorden og Kjødepollen. I Kjødepollen gjelder dette ikke riksvegen, men en lokalveg. Sannsynligvis en enkel reguleringsprosess.		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Lite ekstraarbeid å gjøre om regulering fra liten til stor tunnel, da mye av grunnlagsmaterialet kan brukes.	Som antatt	Tidsforsinkelser på grunn av innsigelser, og behov for mer omfattende miljøundersøkelser.
Kvantifisering	kr 1 000 000,00	kr 2 000 000,00	kr 4 000 000,00
Forslag til tiltak			
Grunnerverv			
Definisjon	Kostnader knyttet til grunnerverv.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Grunnerverv er nødvendig ved tunnelåpningene, for vegareal og for utfyllingsområdene ved tunnel og veger. Det er landbruksjord ved tunnelåpninger som		

	skal kjøpes/eksproprieres. Stort sett utmark, med unntak av et lite småbruk som er ubebodd.		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Bare utmark skal eksproprieres, lav markedsverdi på småbruk	Som antatt, med stort sett utmark og jordbruksareal.	Grunneiere vil kunne prøve å få erstatning for innmark (på Kjødepollen er det diskusjon om områder skal defineres som inn- eller utmark)
Kvantifisering	kr 2 000 000,00	kr 3 000 000,00	kr 4 000 000,00
Forslag til tiltak			
Rigg og drift			
Definisjon	Kostnaden omfatter et samlet påslag for rigg og drift på summen av alle prosesser.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	<p>Anlegget er forholdsvis enkelt. På Kjødepollen-siden kan det være noen småbruk i nærheten av riggen, som vil kunne komplisere riggsituasjonen og muligens føre til restriksjoner på rystelse. Det er store høyder i tunnelen, men vil ikke være større utfordringer knyttet til HMS enn for normale tunnelprosjekter. Tunnelen skal drives fra Moldefjorden, men man må ha påhugg og forskjæring på begge sider. Det er oppdrettsanlegg i nærheten av Kjødepollen. Pallsprengning kan gjøres veldig rasjonelt, man bør vurdere om den antatte fremdriften på 5 år kan reduseres.</p> <p>I dag er riggkostnaden ofte oppe i rundt 30-32 %, noe som kan skyldes taktisk lav prising av enhetskostnader i tilbud.</p>		
Forutsetning	Inkluderer entreprenørens prosjektering. Området kan bli mindre attraktivt for turisme i byggeperioden, men nok lite aktuelt med avbøtende tiltak.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	20 % Søkt balansert mot enhetskostnader. Utenlandske selskaper med kompetanse og størrelse til å ta på seg et slikt oppdrag finner prosjektet attraktivt.	23 % Søkt balansert mot enhetskostnader. Som antatt i dagens markedssituasjon.	30 % Søkt balansert mot enhetskostnader. Relativt få selskaper i Norge som har kompetanse og størrelse til å ta på seg et slikt oppdrag.
Kvantifisering	kr 164 000 000,00	kr 189 000 000,00	kr 246 000 000,00

Forslag til tiltak			
Anlegg Moldefjorden			
Definisjon	Alle kostnader knyttet til anlegg Moldefjorden, inkludert tilstøtende vegger og flytekai. <ul style="list-style-type: none"> - Sprengning i linjen (10 mill kr) - Murer av naturstein (2 mill kr) - Rekkverk (1,4 mill kr) - Spunt og avstivningssystemer (5 mill kr) - Levering og montering stål (9,6 mill kr) - Fenderverk (4,4 mill kr) 		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Kystverket har ferske priser på sjømerker. Ventekai/flytekai er kun ment for småbåter, og det er usikkert om komponenten er nødvendig for konseptet sin del.		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.	Som antatt	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.
Kvantifisering	kr 49 000 000,00	kr 63 000 000,00	kr 92 000 000,00
Forslag til tiltak			
Anlegg Kjødepollen			
Definisjon	Alle kostnader knyttet til anlegg Kjødepollen, inkludert tilstøtende vegger, flytekai og bru. <ul style="list-style-type: none"> - Sprengning i linjen (14 mill kr) - Murer av naturstein (2,6 mill kr) - Rekkverk (2 mill kr) - Spunt og avstivningssystemer (2,5 mill kr) - Levering og montering stål (5,6 mill kr) - Fenderverk (12,3 mill kr) 		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle	Det er dypere på Kjødepollen siden, mindre masser skal ut her enn på Moldefjorden		

situasjon	siden.		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.	Som antatt	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.
Kvantifisering	kr 51 000 000,00	kr 55 000 000,00	kr 90 000 000,00
Forslag til tiltak			
Sprengning			
Definisjon	Kostnader relatert til sprengning av tunnel. <ul style="list-style-type: none"> - Sprengning med tunnelrigg (75 mill kr) - Sprengning med pallrigg (64 mill kr) - Sprengning av propper (4 mill kr) - Opplasting og transport (98 mill kr) 		
Utfordringer generelt	Om profilet er riktig utformet. Sprengning ved stor høyde er utfordrende.		
Den aktuelle situasjon	Årsaken til at det er ulik profil i henget for stor og liten tunnel er at krenkning er et større problem for små fartøy enn for større fartøy. Derfor er det behov for et flatere profil ved liten tunnel enn ved stor tunnel. I tillegg gir flatere heng rom for containerskip. Ved mer flatt heng trengs flere bolter. Om man tenker på bergtekniske forhold så kan buehøyden i det store tunnelalternativet reduseres, slik at tverrsnittet for tunnelen blir mindre. Pilhøyden skal være ca 1/5 av spennvidden (tommelfingerregel). Det er brukt 3-4 ulike designskip, og dimensjonene til tunnelen er vurdert ift disse.		
Forutsetning	Legger til grunn tverrsnitt og lengde av tunnel som dimensjonert, og sikkerhet som en vegtunnel. Forutsetter det markedet som er i dag, og at marginer og risiko tas på rigg. Antatt faktor på 1,6 fra teoretisk til faktisk sprengningsvolum.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	132 kr/m3 Store sprengningsvolum vil kunne gi lavere kubikkpris enn for tradisjonelle tunneler.	Som antatt - 156 kr/m3.	196 kr/m3 Utfordringer grunnet stor høyde i tunnelen gir høyere kubikkpris enn for tradisjonelle tunneler.
Kvantifisering	kr 209 000 000,00	kr 241 000 000,00	kr 315 000 000,00
Forslag til tiltak			

Sikring	
Definisjon	<p>Kostnader relatert til sikring av tunnelen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Innstøpte bolter (33 mill kr) - Sprøytebetong (91 mill kr) - Sikringsbuer (5 mill kr) - Injeksjon (5 mill kr) - Vann og frostsikring (27 mill kr)
Utfordringer generelt	
Den aktuelle situasjon	<p>Både arbeids- og permanent sikring. Ettersikring etter at tunnelen er satt i drift vil bli kostbart, derfor må all permanent sikring tas under utbyggingen. Det er faste regneark for bruk av Q-verdier, derfor er dette gjort finmasket i ingeniørgeologisk rapport. Det er enighet om at det i KS1 sammenheng er rimelig å dele opp i grovere inndelinger.</p> <p>Hovedkonklusjon i geo. rapport er at det er hovedsaklig godt fjell. Seismiske undersøkelser viste noen lave hastigheter rundt påhuggene, noe som tyder på dårligere fjell. Det er påvist eklogittsoner nær dagen, men det er lite sannsynlig at disse vil skape problemer i dypet annet enn som harde soner det kan være vanskeligere å drive gjennom.</p> <p>I partier med dårlig fjell må man bruke stag, oppspente eller innstøpte. Det er risikobetont å bruke korte stag i partier med dårlig fjell. Oppspente stag koster betydelig mer, så omfanget bør reduseres. I "innstøpte bolter" ligger det også kombinasjonsbolter (CT-ende-forankra). Oppspente stag koster rundt NOK 15 000, CT-bolt rundt NOK 1500. Enighet om at man bør bruke 8 m forbolter istedenfor 6 m forbolter. I hallene i Odda brukte man 11 m stag, til NOK 1700. Grimstad har erfaring med at det kan komme deformasjoner i cm-skala, bør være med forspente stag. Bør ha med stag for å håndtere uforutsette situasjoner, men det skal ikke sikres systematisk med stag. Deformasjonen kan komme når man sprenger i bunn, når høyden er frisprenget. Det finnes erfaring i Norge med 50,60,70 m høye vegger.</p> <p>Sikringsbuer er dyre, et eksempel fra tunnel gir 140 000 NOK per stk ved et spenn på 18 m, et annet viser 100 000 NOK ved spenn på 20 m. Det er for lite å la bue gå fra vederlag til vederlag, må gå lenger nedover vegg.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Laveste verdier: CC 1,6 kan være noe høyt (men forventer også at det er dårlig enkelte steder) - Middels godt fjell: Kan redusere sprøytebetong tykkelse i vegg kontra heng og vederheng. Redusere til 9 cm sprøytebetong. <p>Krav om å unngå vesentlige endringer i grunnvannsnivå over og omkring tunnelen er uoverkommelig dyrt å ivareta, veggtunneler på Vestlandet blir dessuten aldri injisert. Vegvesenet i Sogn og Fjordane - snitt på 65 % vann og frostsikring i hengen.</p> <p>Det er usikkert om det er behov for brannsikring.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Laveste verdier: CC 1,6 kan være noe høyt (men forventer også at det er dårlig enkelte steder) - Middels godt fjell: Kan redusere sprøytebetong tykkelse i vegg kontra heng og vederheng. Redusere til 9 cm sprøytebetong. <p>Krav om å unngå vesentlige endringer i grunnvannsnivå over og omkring tunnelen er uoverkommelig dyrt å ivareta, veggtunneler på Vestlandet blir dessuten aldri injisert. Vegvesenet i Sogn og Fjordane - snitt på 65 % vann og frostsikring i hengen.</p> <p>Det er usikkert om det er behov for brannsikring.</p>
Forutsetning	Basert på nye vurderinger av ingeniørgeologisk rapport.

Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Godt fjell, med mindre behov for sikring og lavere priser enn antatt. Ikke brannsikring av PE-skum.	Som antatt. Ikke brannsikring av PE-skum.	Som antatt, med noe mer behov for sikring og høyere priser enn antatt
Kvantifisering	kr 111 000 000,00	kr 164 000 000,00	kr 230 000 000,00
Forslag til tiltak			
Maritimt utstyr			
Definisjon	Kostnader relatert til maritim utstyr inne i tunnelen. Inkluderer rekkverk, pollere, ledere, fendere. <ul style="list-style-type: none"> - Varmeskjold (7,3 mill kr) - Rekkverk (4,2 mill kr) - Plan forskaling (8,4 mill kr) - Armering kamstål (5,4 mill kr) - Betong (7,5 mill kr) - Påkjørselsvern (48 mill kr) - Søylefendere (6 mill kr) 		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Det er ikke nødvendig å bruke syrefast armering, da dette kun er brukt i spesielt korrosive miljøer. Dr. Techn. Olav Olsen har levert de fleste kaianlegg til Oslo Kommune, og da brukes ikke syrefast armering. Strøm i tunnelen gjør at vannet vil bli skiftet ut minst like ofte som ved en ordinær kaifront. Konsoller for fenderverk bygges i tre for liten tunnel, men av betong i stor tunnel. Det er ikke vurdert hvor betong skal hentes fra, men det er mye industri i området, så det forventes å være tilgjengelig. Prisen for betong er rimelig med tanke på bruk av mobilt blandebatteri. En fender dekker 20 m, sannsynlig kost 5000 per m2. Fortøyningsmuligheter i tunnelen er kun dimensjonert for relativt små fartøy, da større fartøy er forutsatt å kunne komme seg raskt ut av tunnelen ved brann eller liknende.		
Forutsetning	Det er forutsatt at det ikke er nødvendig med ventekai for større fartøy.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.	Som antatt. Kostnaden til søylefendere, pollere og ledere er redusert ift grunnkalkyle	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.
Kvantifisering	kr 63 000 000,00	kr 92 000 000,00	kr 118 000 000,00

Forslag til tiltak			
Omlegging vei Moldefjorden			
Definisjon	<p>Kostnader relatert til omlegging av Rv. 618 med bru ved Moldefjorden. Veglengde omlag 700 m, bredde 6 m.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Midlertidig trafikkavvikling (5,6 mill kr) - Masseflytting av fjell i linjen (2,4 mill kr) - Bærelag (1,1 mill kr) - Rekkverk (1,6 mill kr) - Levering av stålmaterialer (2,5 mill kr) 		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Påhugget ved Moldefjorden gjør det nødvendig å legge om eksisterende riksveg slik at den går på bru over tunnelen. Dette gir behov for opprettelse av midlertidig "riksveg" forbi anleggsområdet.		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.	Som antatt	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.
Kvantifisering	kr 18 000 000,00	kr 23 000 000,00	kr 33 000 000,00
Forslag til tiltak			
Massedeponi			
Definisjon	<p>Kostnader knyttet til massedeponi. Inkluderer transport av masser fra tunnel til deponi, etablering av motfylling, og bearbeiding av arealer i etterkant.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fjellmasser til motfylling (10 mill kr) - Fjellmasser til fyllplass (56 mill kr) - Arondering (7 mill kr) - Erosjonsforebyggende (5 mill kr) - Utlegging og bearbeiding jord (11,6 mill kr) 		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Tunnelmassen er planlagt deponert i Moldefjorden ved å opprette to kunstige øyer av tunnelmassen. Massene kan transporteres direkte ut fra tunnelen ved å gradvis bygge ut deponiet, for senere å fjerne masser mellom øyene og tunnelen. Reguleringsplan		

	for massedeponi er godkjent for liten tunnel. Kostnadene tar høyde for løsmasser som skal brukes på øyene. I verste fall kan det bli aktuelt å spyle sprengmasser på stuff, og rense vann fra bassenger i tunnel. Dette utgjør ingen stor kostnad da vann fra tunnelbasseng må renses uansett.		
Forutsetning	Det tas ikke til inntekt at tunnelmassene kan selges. Antatt faktor på 1,6 fra teoretisk til faktisk sprengningsvolum.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.	Som antatt	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.
Kvantifisering	kr 53 000 000,00	kr 91 000 000,00	kr 137 000 000,00
Forslag til tiltak			
Elektro og styring			
Definisjon	Kostnader relatert til elektrotekniske anlegg i tunnelen samt utstyr og overføringsanlegg for fjernstyring av trafikkovervåkingen. <ul style="list-style-type: none"> - Lys og strøm i tunnelen (7 mill kr) - Ventilasjon (11 mill kr) - Målesystemer (5 mill kr) - Styringssentral (35 mill kr) 		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Denne posten er fastsatt av Kystverket, og er gjennomgått et par ganger tidligere. Må undersøkes videre, da ingen i gruppeprosessen har særlig erfaring med prissetting av styringssystemene. Erfaring fra veitunneler tilsier at elektro kan utgjøre så mye som 15 % av totalkostnaden for en tunnel. Erfaring viser også at kostnaden for elektro ligger rundt 6-7000 kr/lm tunnel. Det kan imidlertid være utstyr i veitunneler som ikke skal med her. Det må installeres målesystemer for å holde oversikt over nivå på forurensing.		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.	Som antatt	Kun usikkerhet i pris, ikke mengde. Basert på markedsvurderinger.
Kvantifisering	kr 40 000 000,00	kr 65 000 000,00	kr 106 000 000,00
Forslag til tiltak			

Idriftsettelse			
Definisjon	Kostnader relatert til oppstartsfasen av tunnelen.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon			
Forutsetning	Det er antatt en varighet på 3 mnd for oppstartsfasen.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering			
Kvantifisering	kr 2 000 000,00	kr 2 000 000,00	kr 2 000 000,00
Forslag til tiltak			
FDVU			
Definisjon	Kostnader knyttet til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon			
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering			
Kvantifisering	kr 360 000 000,00	kr 360 000 000,00	kr 360 000 000,00
Forslag til tiltak			

Vedlegg 3 Usikkerhetsfaktorer

Nedenfor følger en beskrivelse av de identifiserte usikkerhetsfaktorene for hvert av alternativene. Se kapittel 4.3 for en visualisering av hvor usikkerhetsfaktorene er plassert i PNS'ene. Myndighetskrav			
Definisjon	Kostnadskonsekvens av nye myndighetskrav		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Arbeidstidsbestemmelser, miljøkrav, HMS, økte sikkerhets- og beredskapskrav, ventilasjon etc. Det har vært diskutert om det skal være lov å jobbe om natten. Det er ikke lokal motstand mot prosjektet, mulig noe motstand i Kjødpollen. Det er gjort undersøkelser på biologi.		
Forutsetning	Rømningstunnel er antatt utenfor 1 av 10.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Som antatt. Det er ikke sannsynlig med reduserte kostnader som følge av myndighetskrav.	Som antatt	Tidsforsinkelser på grunn av innsigelser.
Kvantifisering	1.00	1.00	1.01
Forslag til tiltak			
Konseptutforming			
Definisjon	Kostnadskonsekvens av detaljering av konsept (blant annet teknisk utforming).		
Utfordringer generelt	Det foreligger ingen erfaring med de aktuelle fartøystypene i skipstunneler eller kanaler med lignende strøm- og vindforhold		
Den aktuelle situasjon	Det foreligger ikke hydrodynamiske analyser i nødvendig omfang for realisering av prosjektet. Kan føre til endringer i profil m.v		
Forutsetning	Hurtigruta "MS Midnattssol" og ringnottrålere er dimensjonerende fartøy.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Lite sannsynlig med krymping av prosjektet. Det har vært vanskelig å identifisere en kuttliste.	Det dukker opp behov for blant annet mer avanserte sikkerhetssystemer.	Endring av tverrsnitt grunnet sikkerhetsvurderinger. Nye ønsker om utstyr, feks ventekai, utsmykning.
Kvantifisering	0.97	1.03	1.08

Forslag til tiltak			
Kontraktutforming			
Definisjon	Kostnadskonsekvens av valgt kontraktutforming (totalentreprise), inkludert fordeling av ansvar for sikring.		
Utfordringer generelt	En uklar fordeling av ansvar for sikring kan føre til et påslag i tilbudet til entreprenøren, eller det kan føre til økte kostnader for ettersikring i levetiden til tunnelen. Dersom entreprenør har ansvar for arbeidssikring men ikke permanent sikring vil man kunne havne i en situasjon der HMS blir nedprioritert i driving for at byggherren skal ta kostnaden for påfølgende ettersikring.		
Den aktuelle situasjon	Normalt heter det at byggherren har ansvar for fjellet (tar risiko for geologiske forhold). Det er viktig med en renskåren linje for ansvar, spesielt ift sikring. Byggherren vil uansett sitte igjen med ansvar for sikring i levetidsperspektivet.		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Prosjektet er strømlinjeforma for utstyret og kompetansen som entreprenøren har. Klar fordeling av ansvar for sikring fører til mindre påslag av entreprenør.	Noe usikkerhet knyttet til kontraktstrategi, da byggherren ikke er vant til å lede denne typen prosjekter.	Prosjektet passer ikke til utstyret og kompetansen som entreprenøren har. Uklar fordeling av ansvar for sikring fører til et større påslag av entreprenør samt økte levetidskostnader på grunn av behov for mer ettersikring og vedlikehold.
Kvantifisering	0.99	1.02	1.04
Forslag til tiltak			
Entreprenør			
Definisjon	Kostnadskonsekvens av entreprenørens kompetanse og samarbeidsforhold mellom entreprenør og byggherre. Entreprenørens utstyr, organisering og gjennomføringsevne.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Det har hendt at man har fått mindre erfarne anleggsledere, selv hos store entreprenører. Flinkere entreprenører vil ofte påvirke kvaliteten på en positiv måte, og fremdriften vil derfor bli bedre.		

Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Tilleggene blir lavere på grunn av en mer samarbeidsvillig og smidig entreprenør.	Som antatt.	Tidsforlengelse, mer sikring enn planlagt (for eksempel ras i påhugg).
Kvantifisering	0.98	1.00	1.05
Forslag til tiltak			
Markedsusikkerhet			
Definisjon	Hvordan markedet påvirker kostnadene i prosjektet.		
Utfordringer generelt	Tilbud fra entreprenører varierer.		
Den aktuelle situasjon	Det kommer til å bli etterspørsel etter kapasitet framover, da det er mange prosjekter både på veg og bane som er planlagt. Det kan komme utenlandske entreprenører som ønsker å gi tilbud. 2011-priser er ikke spesielt høye, men er noe høyere enn i 2009. Det er flere aktører som gir bud ved pallsprengning.		
Forutsetning	Antatt prosjektoppstart i 2013. Reallønnsvekst er inkludert i denne usikkerheten.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Sterk konkurranse blant tilbydere, store mengder gir kostnadsgevinster.	Middels konkurranse blant tilbydere, størrelse på prosjekt gir mindre fordeler enn antatt.	Størrelse begrenser antall tilbydere. Det kreves mye utstyr og ressurser i prosjektet. Markedet mindre gunstig enn slik det ser ut i dag.
Kvantifisering	0.95	1.10	1.20
Forslag til tiltak			
Gjennomføringsstrategi			
Definisjon	Kostnadskonsekvens av gjennomføringsstrategi. Med gjennomføringsstrategi menes følgende: <ul style="list-style-type: none"> - Prosjektorganisering - Prosjekteiers prioriteringer - Prosjekteiers kravspesifikasjoner 		

	<ul style="list-style-type: none"> - Kontraktstrategi - Mål og suksesskriterier - Grensesnitt mot andre prosjekter 		
Utfordringer generelt	Det er krevende å fastsette og fastholde alle elementene i gjennomføringsstrategien, blant annet på grunn av interessenter som vil kunne forsøke å påvirke beslutningene.		
Den aktuelle situasjon	Gjennomføringsstrategi er ikke beskrevet i KVU, og anses derfor ikke som fastlagt. Kystverket som byggherre har ikke erfaring med denne type anlegg, og er avhengig av en innleid byggherreorganisasjon.		
Forutsetning	Forutsetter innleid byggherreorganisasjon med kompetanse i henhold til høye krav til profesjonalitet, prosjektstyre med profesjonelle deltakere og totalentreprise. Finansiering er tilpasset vedtatt fremdriftspan.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	En betydelig kostnadsdisiplin gjennom profesjonell styring.	Lykkes i stor grad med planlagt gjennomføring.	Lykkes ikke fullt ut med kostnadsdisiplin, manglende kontinuitet i organisasjonen.
Kvantifisering	0.95	1.00	1.15
Forslag til tiltak			
Teknisk utvikling			
Definisjon	Kostnadskonsekvens av teknisk utvikling.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Det er mange eksempler på at teknologisk utvikling har ført til bedre og billigere metoder og materialer (sprøytebetong, bolter etc.) Sprengningsprisen har holdt seg stabil over lenger tid, det vil si at kostnaden har gått ned med ca 2,5 % per år.		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Teknisk utvikling som tidligere år, 2,5 % fram til 2013.	Der er sannsynlig med noe teknisk utvikling som vil kunne gi positiv kostnadsutvikling fram til 2013.	Det er ikke sannsynlig at teknisk utvikling vil føre til et dyrere prosjekt
Kvantifisering	0.93	0.97	1.00

Forslag til tiltak			
Geologiske forhold			
Definisjon	Den påvirkning andre geologiske forhold enn de som er tatt høyde for i grunnkalkylen har på prosjektets kostnader.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	<p>Det er foretatt geologiske grunnundersøkelser. De geologiske forholdene er gode sette i norske forhold. Kan påtreffe eklogitt tilsvarende som finnes i dagen over tunnelen, men det er lite sannsynlig at denne er forvitret. Kan treffe på en dårlig sone i fjellet. De erfaringer som er gjort i Norge for lange fjellhaller er begrenset. Det er etablert en del fjellhaller til industrielt formål samt en del kraftverkshaller og andre haller. For industrielle formål er det haller som i hovedsak benyttes av deponering av industriavfall og det er ikke tatt høyde for sikring ifht persontrafikk. Når det gjelder kraftverkshaller eller andre haller er det mulig å orientere/plassere hallen i best mulig gunstig retning/plassering ifht rådende stedlige geologiske forhold. For Stad-tunnelen skal gjennomføringen skje mellom definerte påhugg/forskjæringer. Dette betyr at prosjektet må håndtere geologiske forhold som måtte påtreffe i traseen. Det er utført geologisk kartlegging langs traseen og foretatt 3 stk kjerneboringer på utvalgte punkter.</p> <p>Formasjoner som ikke er avdekket under forundersøkelser gir vesentlige utfordringer driveteknisk og sikringsmessig. Dette kan bidra til økte kostnader utover forventet.</p>		
Forutsetning			
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Den prosentvise fordelingen av bergartsklasser dreier mot bedre fjell enn forventet i ingeniørgeologisk rapport.	Som antatt ut i fra ingeniørgeologisk rapport.	Formasjoner som ikke er avdekket under forundersøkelser gir vesentlige utfordringer driveteknisk og sikringsmessig. Dette kan bidra til økte kostnader utover forventet. Kan få store deformasjoner som gjør at man må inn med lengre bolter i større deler av tunnelen.
Kvantifisering	0.98	1.00	1.20
Forslag til tiltak			
Utvikling og endring drift			
Definisjon	Usikkerhet knyttet til endringer i driftsløsning (utvikling) samt prisvariasjoner for kjente		

	kostnadsposter. Dette inkluderer endringer i driftsperioden.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	Driftskostnaden er basert på overslag gjort i 2000. Konsept for å håndtere småbåter er ikke godt utredet, f.eks hvordan konvoi organiseres.		
Forutsetning	Eventuell los- og taubåtplikt er ikke medtatt, da dette må utredes videre (etter at hydraulikk er utredet).		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	Utvikling av bedre og billigere metoder for overvåkning og vedlikehold.	Det er sannsynlig med noen grad av prosjektvekst som gir utslag i høyere kostnader.	Krav til større overvåkning og vedlikehold
Kvantifisering	0.98	1.15	1.50
Forslag til tiltak			
Reallønnsvekst			
Definisjon	Kostnadskonsekvens av usikkerhet rundt reallønnsutvikling.		
Utfordringer generelt			
Den aktuelle situasjon	På kort sikt er utvikling i reallønn ivaretatt i markedsfaktoren. På lang sikt (75 år) er det usikkerhet rundt reallønnsvekst.		
Forutsetning	Ca. 80 % av kostnadene for FDVU er lønnskostnader. Det er mindre sannsynlig med en vedvarende høyere effektivisering enn en vedvarende lavere effektivisering enn antatt. Antar at lønnsfordelingen er symmetrisk rundt 2 % som en praktisk, forenkende forutsetning. Pga renters rente gir 2,7 % like stort kronetillegg som 1 % gir kronefradrag i lønnskostnadene.		
Estimat	Best	Sannsynlig	Verst
Vurdering	1% lønnsvekst i året En lavere økonomisk vekst i samfunnet enn antatt.	Tilsvarende 2 prosent lønnsøkning som antatt.	2,7 % lønnsvekst i året En høyere økonomisk vekst i samfunnet enn antatt.
Kvantifisering	0.74	1.00	1.25
Forslag til tiltak			