

# Kostnads- og usikkerhetsanalyse Stad skipstunnel

Oppdatering av kostnadsestimat 2023

15. februar 2023 v.1.0

## **Forord**

Marstrand har på oppdrag fra Kystverket bistått med oppdatering av basisestimat og gjennomføring av usikkerhetsanalyse for prosjektet Stad skipstunnel. Resultater fra arbeidet er presentert for prosjektledelsen i Stad skipstunnel, prosjektstyret, ledelsen i Kystverket og Nærings- og fiskeridepartementet. Foreløpig rapport er også forelagt Kystverket for kommentar. Tilbakemeldinger og kommentarer til foreløpig rapport og presentasjoner er hensyntatt i rapporten.

## Sammendrag

Tittel:	Kostnads- og usikkerhetsanalyse Stad Skipstunnel	Title:	Cost and uncertainty analysis of Stad ship tunnel
Forfattere:	Steinar Nilsen, Kaja Ligård, Charlotte Størseth Sørgård, Rune Landsverk, Ove Vassbø (Marstrand AS)	Author(s):	Steinar Nilsen, Kaja Ligård, Charlotte Størseth Sørgård, Rune Landsverk, Ove Vassbø (Marstrand AS)
Kvalitetskontroll:	Glenn Steenberg (Marstrand AS) Terje Skjeppestad m.fl. (Kystverket)	Quality control:	Glenn Steenberg (Marstrand AS) Terje Skjeppestad & co (Kystverket)
Dato:	15.2.2023	Date:	15.2.2023
Rapport Nr:	1.0	Report No:	1.0
Sider:	72	Pages:	72
ISBN papir:	NA	ISBN Paper:	NA
ISBN elektronisk:	NA	ISBN electronic:	NA
ISSN:	NA	ISSN:	NA
Prosjekt:	Stad skipstunnel	Project:	Stad ship tunnel
Prosjektleder:	Terje Skjeppestad	Project manager:	Terje Skjeppestad
Emneord:	Kostnadestimat, investeringskostnad Usikkerhet	Key words:	Cost estimate, CAPEX Uncertainty
Sammendrag:	<p>Nærings- og fiskeridepartementet har bestilt et oppdatert kostnadsestimat fra prosjektet Stad skipstunnel. Marstrand AS har oppdatert basisestimat og gjennomført usikkerhetsanalyse i tett samarbeid med prosjektledelsen. Som underlag for nytt basisestimat er det i hovedsak tatt utgangspunkt i mengdeoppsett med opprinnelse fra forprosjekt 2017, supplert med justeringer for identifiserte avvik og endringer fram til usikkerhetsanalysen i 2023. Kostnads- og usikkerhetsanalysen viser økning i forhold til KS2+ 2020 som er underlaget for vedtatt styringsramme og kostnadsramme. Analysen angir basisestimat 4 733 (KS2+ 3 739), forventet kostnad (~P50) 5 652 (KS2+ 4 233), P85-estimat 7 132 (KS2+ 5 011), alle tall med prisnivå Q3 2022 mill. kr inkl. mva. Usikkerhetsnivået, uttrykt som relativt standardavvik, er beregnet til 25 % (KS2+ 17 %), og er som forventet gitt prosjektets unike karakteristika og usikkerhetsbilde. De største bidragene til usikkerhet er anleggsgjennomføringen, lokale forhold og markedet. Effekten av disse usikkerhetene vil blant annet avhenge av entreprenørenes vurdering av prosjektet og risikobildet. Videre utforming av kontrakt, vederlagsformat og konkurransegrunnlag, vurderes som viktig for kostnads- og usikkerhetsstyringen.</p>		
Rapportspråk:	Norsk	Language of Report:	Norwegian
<p>Copyright © Kystverket Denne publikasjonen er vernet i henhold til Åndsverkloven Ved gjengivelse av materiale fra publikasjonen, må fullstendig kilde oppgis</p>			

## Innhold

1	OM ANALYSEN .....	1
1.1	Bakgrunn og formål med analysen.....	1
1.2	Underlaget for analysen.....	1
1.3	Analyseprosess .....	1
1.4	Oppbyggingen av kostnadsestimatet og usikkerhetsanalysen .....	3
2	PROSJEKTET.....	4
2.1	Bakgrunn, mål og konsept.....	4
2.2	Prosjekthistorikk.....	5
2.3	Overordnet prosjektomfang.....	6
2.4	Gjennomføringsplan og status .....	6
3	BASISESTIMATET.....	9
3.1	Modenhet og estimatklassifisering .....	9
3.2	Kostnadsnedbrytningsstruktur.....	10
3.3	Beregningstekniske forutsetninger .....	11
3.4	Basisestimat, oversikt.....	14
3.5	Utvikling av basisestimat.....	15
3.6	Hovedposter i basisestimatet.....	17
4	KVALITATIV USIKKERHETSANALYSE.....	22
4.1	Prosjektets karakteristika .....	22
4.2	Identifisering av usikkerhet og usikkerhetsdrivere .....	23
5	KVANTITATIV USIKKERHETSANALYSE .....	25
5.1	Forutsetninger og avgrensninger .....	25
5.2	Kostnadsberegninger fra usikkerhetsanalysen .....	25
5.3	Bidrag til kostnadsusikkerhet .....	27
5.4	Bidrag til forventet tillegg.....	29
5.5	Forenklinger og reduksjoner (kutt / pluss-liste).....	29
5.6	Utvikling av kostnadsestimatet .....	30
6	PROSESSLEDERS VURDERING OG ANBEFALINGER.....	33
	VEDLEGG .....	36
	Vedlegg A – Prosess, agenda og deltakere.....	36
	Vedlegg B – Dokumentunderlag.....	39
	Vedlegg C - Deltagelse i møter og workshops.....	40
	Vedlegg D – Modell med kvantifisering av usikkerhet.....	42

Vedlegg E – Basisestimat.....	43
Vedlegg F – Anleggsgjennomføring (tunneldriving / masseflytting).....	45
Vedlegg G – Detaljert beskrivelse av estimatposter .....	48
Vedlegg H – Estimater i usikkerhetsanalysen.....	57
Vedlegg I – Usikkerhetsdrivere.....	65
Vedlegg J – Prosjektets karakteristika .....	70

# 1 OM ANALYSEN

## 1.1 Bakgrunn og formål med analysen

Høsten 2022 fikk Kystverket en bestilling av Nærings- og fiskeridepartementet om å oppdatere kostnadsestimatet for prosjektet Stad skipstunnel. I bestillingen ble det gitt som føring at oppdateringen skulle ta utgangspunkt i Finansdepartementet sitt rammeverk og veiledere for kostnadsestimering og usikkerhetsanalyse. 7. november 2022 fikk Marstrand i oppdrag å bistå Kystverket med å oppdatere kostnadsestimat og gjennomføre usikkerhetsanalyse. Det var forutsatt at analysen skulle ta utgangspunkt i spesifikasjoner og mengdeberegninger fra prosjektet.

I tillegg til å svare ut bestillingen fra Nærings- og fiskeridepartementet gir analysen gevinster for videre styring av prosjektet. Prosessen gir økt forståelse av prosjektets status og driver frem en større tydelighet om forutsetninger. Prosessen understøtter det videre arbeidet med optimaliseringer av prosjektet. I tillegg gir den en økt bevisstgjøring av hvor det er viktigst å rette oppmerksomheten i styringen av prosjektet. Resultatet skal også benyttes i anskaffelsesprosessen som underlag for å vurdere om mottatte tilbud er innenfor prosjektets økonomisk rammer.

Denne rapporten med tilhørende vedlegg dokumenterer prosess, underlag og resultatene fra oppdraget.

## 1.2 Underlaget for analysen

Prosjektet Stad skipstunnel har en lang historikk, og det foreligger et omfattende datagrunnlag. Utgangspunktet for oppdateringen av kostnadsestimatet er det komplette forprosjektet som ble ferdigstilt i 2017 og en Anslag-rapport med tilhørende basisestimat og usikkerhetsanalyse som ble gjennomført i den forbindelse. Dette underlaget omfatter prosjekterte mengder og enhetspriser, og er utviklet av Kystverket. I ettertid er det gjennomført ekstern kvalitetssikring KS2 i 2018 og en supplerende analyse KS2+ i 2020. Underlaget for de eksterne kvalitetssikringene er delvis Kystverkets dokumenter, i tillegg til ekstern kvalitetssikrer sine egne analyser og vurderinger. I tillegg har Kystverket gjennomført en rekke studier av spesielle forhold, eksempelvis vann- og frostsikring og konstruksjoner, samt utviklet en komplett teknisk funksjonsbeskrivelse av prosjektets omfang og ytelser av 5. desember 2022. Funksjonsbeskrivelsen er den mest oppdaterte dokumentasjonen av prosjektet, og skal ligge til grunn for utlysning av den planlagte totalentreprisen. Kystverkets basisestimat er ikke oppdatert etter forprosjekt 2017. Det samlede dokumentunderlaget for analysen er dokumentert i vedlegg.

## 1.3 Analyseprosess

Oppdraget omfatter oppdatering av kostnadsestimatet og gjennomføring av usikkerhetsanalyse. Dette var i utgangspunktet planlagt som sekvensielle og uavhengige prosesser der basisestimatet skulle ferdigstilles først og deretter utgjøre et grunnlag for usikkerhetsanalysen. I lys av tidsrammene for oppdraget og at grunnlaget for foreliggende basisestimat var fragmentert og ikke helhetlig dokumentert, ble prosessene i større grad integrert og til dels gjennomført i parallell. Overordnet kan prosessen, milepeler og stegene i analysen oppsummeres i figuren under.



Figur 1. *Prosess for estimering og usikkerhetsanalyser med viktige milepeler.*

I prosessen har det vært lagt vekt på tett samarbeid og forankring med prosjektledelsen.

Steg 1 omfattet en gjennomgang av dokumenter mottatt fra Kystverket, herunder tidligere estimater, underlag og forutsetninger. Hovedaktiviteten var å skape en oversikt over utgangspunktet for analysen ved å se på prosjektets endringer og estimatets utvikling fra kostnadsestimatet i 2017 fram til KS2+ i 2020. Resultatet ble KS2+ 2020-estimatet med samme detaljeringsgrad som kostnadsestimatet i 2017, men uten komplett dokumentasjon og sporbarhet på endringer.

Steg 2 omfattet å identifisere alle endringer i prosjektomfang, løsninger og forutsetninger i prosjektet fra KS2+ til i dag, og oppdatere basisforutsetningene til å reflektere dagens situasjon med en oppdatert og komplett struktur for omfanget. Arbeidet var krevende som følge av noe manglende eller ikke tilgjengelig underlag, og flere løsningsavklaringer. Tilnærmingen var derfor å kombinere funksjonsbeskrivelsen fra 2022 med detaljeringsnivået med den metodiske tilnærmingen i kostnadsestimatet fra 2017, og utstrakt bruk av workshop i samarbeid med prosjektet.

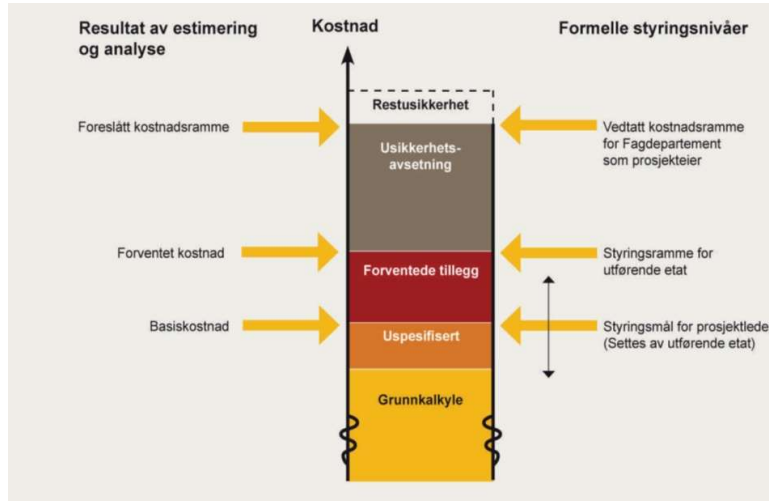
Steg 3 omfattet å etablere basisestimater. Det ble benyttet ulike estimeringsmetoder på ulike deler av estimatet. Estimeringsprosessen bestod en serie workshops med ekspertressurser som har omfattende erfaring med store anleggsprosjekter, fjelltunneler og konstruksjoner. Alle ekspertressursene hadde med seg egne erfaringspriser eller databaser. Fokus i workshopene var å vurdere enhetspriser, rimelighetsvurdere mengder og kompletthet, samt vurdere påslagsfaktorer for eksempelvis entreprenørens rigg og drift, prosjektering og byggherrekostnader. I tillegg tilførte ekspertressursene også generell kvalitetssikring av løsninger og prosjektomfang. For enkelte viktige poster i estimatet, særlig for massehåndtering, ble det utarbeidet ressurskalkyle, slik som entreprenørene kalkulerer. Det omfatter mengdekontroll av masseflytting, estimering av ressursbruk (maskin, personell, materiell), samt vurderinger av produktivitet, selvkostrater og fortjeneste. Ressurskalkylen ble utført av selskapet Baseline og kontrollert av Energy Consult, som er spesialister på denne type ressurskalkyler.

Steg 4 omfattet en ordinær usikkerhetsanalyse som er beskrevet i eget kapittel i rapporten. Med bakgrunn i tilnærmingen til estimeringen ble det avsatt tre hele dager til workshop med ekstra tid til gjennomgang av basisestimater. Deltakere, agenda og metode er dokumentert i vedlegg.

Steg 5 omfattet rapportering, og bestod av analyser, produksjon av resultater, kvalitetssikring indre og ytre konsistens, dokumentasjon og forankring med prosjektet. I etterkant av usikkerhetsanalysen er rapporten forelagt prosjektledelsen for kvalitetssikring og kommentarer i flere runder. I tillegg er resultatene presentert for prosjektstyret, Kystverkets ledelse og Nærings- og fiskeridepartementet.

## 1.4 Oppbyggingen av kostnadsestimatet og usikkerhetsanalysen

Figuren under illustrerer oppbyggingen av kostnadsestimatet med tilhørende begrepsdefinisjoner, hentet fra FIN-veileder nr. 2 Felles begrepsapparat KS2. Begrepene i figuren er gjennomgående benyttet i rapporten.



Figur 2. Sammenhengen mellom kjernebegrepene. Kilde: FIN – veileder nr. 2 Felles begrepsapparat KS2.

**Grunnkalkyle:** Alle spesifiserte kostnadsposter. Mengdeenheten for prising kan være fysiske størrelser (eksempelvis lengde, areal, kubikk, vekt, avstand, antall, timer), rundsummer, eller påslag.

**Uspesifisert:** Kostnader som man vet vil komme knyttet til det definerte prosjektomfanget, men som ikke er spesifisert i kostnadsbærende mengder. Beregnes som prosentpåslag på spesifiserte kostnadsposter basert på vurdering av komplettheten i grunnkalkylen.

**Basiskostnad eller basisestimat:** Summen av grunnkalkyle og uspesifisert.

**Forventede tillegg:** En beregnet forventningsverdi av usikkerheten som er vurdert i både kostnadsposter og usikkerhetsdrivere. Forventet tillegg indikerer at risikopotensialet i prosjektet er større en mulighetspotensialet sammenlagt.

**Forventet kostnad:** Summen av basiskostnad og forventede tillegg. Kan betraktes som gjennomsnittskostnaden dersom prosjektet simuleres gjennomført svært mange ganger.

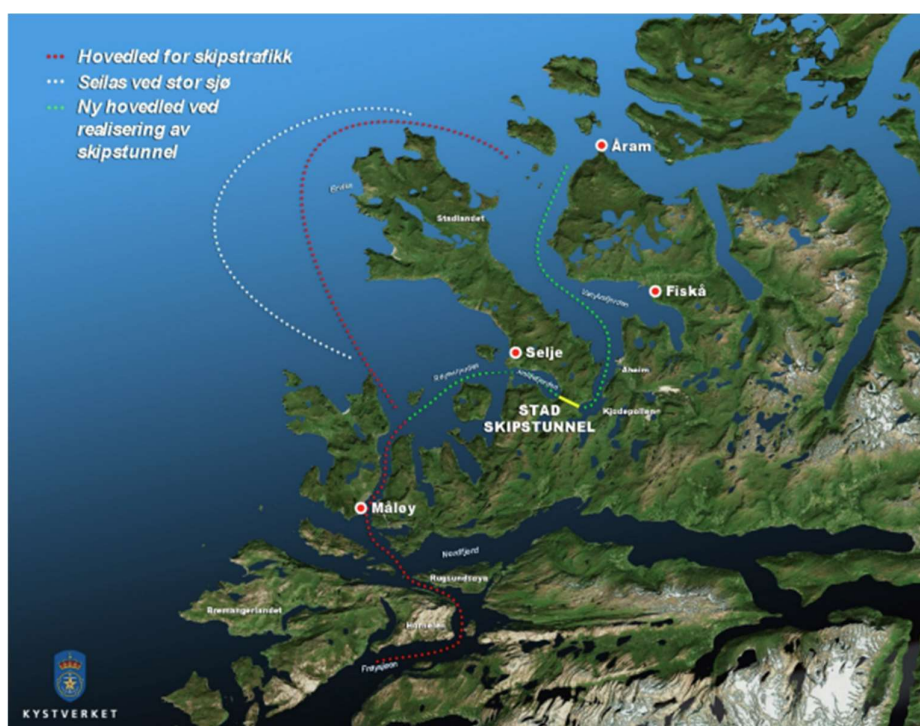
**Usikkerhetsavsetning:** Differansen mellom kostnaden ved et valgt sikkerhetsnivå (eksempelvis P85-estimat) og forventet kostnad.



## 2 PROSJEKTET

### 2.1 Bakgrunn, mål og konsept

Bakgrunnen for prosjektet er de spesielle seilingsforholdene rundt Stad. Stad er en halvøy og ligger i Vestland fylke, på grensen mot Møre og Romsdal. Stadhavet er det mest værutsatte, og det farligste havstykket langs norskekysten. Kombinasjonen av havstrømmer og undersjøisk topografi skaper spesielt komplekse og uforutsigbare bølgeforhold. Området har mye og sterk vind, og Kråkenes fyr, som ligger like sør for Stad, er den meteorologiske værstasjonen i Norge med flest stormdøgn. Kartutsnitt av området ved Stad skipstunnel med farleder er vist i figuren under.



Figur 3. Stad skipstunnel og farleder.

Prosjektet omfatter etablering av en gjennomgående farled i beskyttet indre farvann, og er dermed et viktig farledsprosjekt for den kystgående skipsfarten på Vestlandet. Dette vil bidra til bedret sjøsikkerhet og økt forutsigbarhet for sjøtransport og fritidsflåte på Stadhavet. Skipstunnelen forventes å redusere ventetid og reisetid for å passere rundt Stad, redusere klimagassutslipp samt redusere risikoen for ulykkeshendelser. Tunnelen vil være verdens første skipstunnel av denne dimensjonen, og vil ha en høyde på 50 meter, en bredde på 36 meter og en lengde på 1700 meter. Stad skipstunnel skal utformes med hensyn til dimensjonerende skip, rømningsveier, ledekonstruksjoner og øvrige installasjoner, og inkluderer skipstunnel, masseforflytning, og deponering. Høyeste og laveste vannstand er hensyntatt.

Samfunns målet i sentralt styringsdokument er formulert som følger:

*«God fremkommelighet og sikkerhet for sjøtransport forbi Stad»*

Effektmålene i sentralt styringsdokumentet er formulert som følgende:

1. Skipstrafikken skal passere Stad i henhold til planlagte tider der de oppsatte anløpstider overholdes.
2. Det skal ikke være ventetid av betydning grunnet værforhold ved passering av Stad
3. Skipstunnelen skal av brukerne oppleves som enkel og intuitiv å bruke
4. Antall personskader og tapte liv ved Stad skal ikke være høyere enn det som er gjennomsnittet for norskekysten.

For full beskrivelse av effektmål med tilhørende måleindikatorer, vises det til prosjektets sentrale styringsdokument.

Gjeldende resultatmål for prosjektet er forankret i form av styrevedtak og er listet opp under i prioritert rekkefølge:

1. Kostnad: Prosjektet skal realiseres innenfor godkjent styringsramme.
2. Kvalitet: Minimumskrav til prosjektet er angitt i kravdokumentet kap 3.2 i SSD. Eventuelle prioriteringer knyttet til kvalitet må være innenfor disse minimumskrav.
3. Tid: Prosjektet skal ferdigstilles for ordinær drift innen 5 år etter beslutning om gjennomføring.

HMS-mål for prosjektet er basert på at Kystverket som arbeidsgiver og byggherre har det mål at all virksomhet i etaten skal gjennomføres uten at mennesker, materiell og miljø påføres skade.

## **2.2 Prosjekthistorikk**

Stad Skipstunnel er som prosjekt utredet i flere omganger, både på 1990-tallet og 2000-tallet. I 2007 ble det igangsatt en utredning som resulterte i at Kystverket leverte en Konseptvalgutredning (KVU) i 2010. Kvalitetssikring (KS1) av KVUen ble ferdigstilt i 2012, og resultatet her ga anbefalinger og føringer for oppstart av et forprosjekt. Her ble det anbefalt å utrede driftskonseptet nærmere ved en eventuell videreføring av prosjektet til en KS2. Det ble også anbefalt å foreta ytterligere geologiske undersøkelser, fastsettelse av prosjektspesifikke mål og krav, og etablering av en gevinstrealiseringsplan.

I Nasjonal transportplan 2010-2019 ble Stad Skipstunnel tatt inn, og regjeringen satte av en milliard kroner, slik at prosjektet ved beslutning om gjennomføring kunne igangsettes i siste halvdel av planperioden. I budsjettet for 2014 ble det bevilget fem millioner kroner til forundersøkelser som grunnlag for prosessen mot forprosjekt. Kystverket gjennomførte forundersøkelser og ferdigstilte en sluttrapport 31.12.2014. På bakgrunn av dette besluttet regjeringen å gå videre med det store tunnelalternativet, dimensjonert for at fartøy tilsvarende Hurtigrutens skip MS Midnattssol kan seile gjennom.

18.2.2015 fikk Kystverket i oppdrag fra Samferdselsdepartementet om å utarbeide et forprosjekt, inklusive reguleringsplan, konsekvensutredning og gevinstrealiseringsplan for Stad Skipstunnel. Kystverket utarbeidet så et forprosjekt med det store tunnelalternativet som utgangspunkt, som deretter ble underlagt ekstern kvalitetssikring (KS2). Rapporten fra KS2 belyste elementer knyttet til både nytteverdi og kostnader, og anbefalte en økt styringsramme i forhold til forventet kostnad i NTP 2018-2019.

Etter gjennomført KS2 i 2018, ga Samferdselsdepartementet Kystverket en bestilling om å gjennomgå prosjektet med formål om å redusere kostnaden til NTP-nivå. Resultatet av dette arbeidet ble sammen med et revidert styringsdokument (SSD) fremlagt i juni 2019. Med bakgrunn i gjennomført optimaliseringsprosess og nytt basisestimat, ble det gjennomført en supplerende KS2, omtalt som KS2+, i 2020. KS2+ omfattet vurderinger av prosjektets reviderte basisestimat, usikkerhetsbilde og gjennomføringsstrategi med vektlegging av elementer som var endret fra 2018.

Kystverket ble underlagt Nærings- og fiskeridepartementet fra og med 2022.

## 2.3 Overordnet prosjektofang

Prosjektet består av følgende elementer (Kilde: Teknisk funksjonsbeskrivelse 5.12.2022):

- Skipstunnel etableres med dimensjonene 36 m bred, 50 m høy og ca. 1700 m lang, med ledekonstruksjoner som benyttes som rømningsvei i nødsituasjoner som krever evakuering av personer til fots og med ambulanse. Brukes også som tilgang ved utførelse av inspeksjon og vedlikehold.
- Vei i dagen som omfatter midlertidig veier til beboere under utbyggingen av tunnelen og tilbakeføring/oppgradering av veier etter prosjektet er ferdigstilt. Dette inkluderer trafikkavvikling i anleggsperioden som sikrer beboere og produksjonen på prosjektet
- Broer og konstruksjoner for veier, portaler og bekker
- Demolering og fjerning av bygningsmasse som er plassert der hvor tunnelen skal etableres
- Tekniske anlegg inni tunnelen for gjennomkjøring og sikring ved rømning
- Tekniske anlegg for skipsnavigering og belysning

Det tekniske omfanget til prosjektet er beskrevet i dokumentet D1.2 Teknisk funksjonsbeskrivelse datert 5.12.2022.

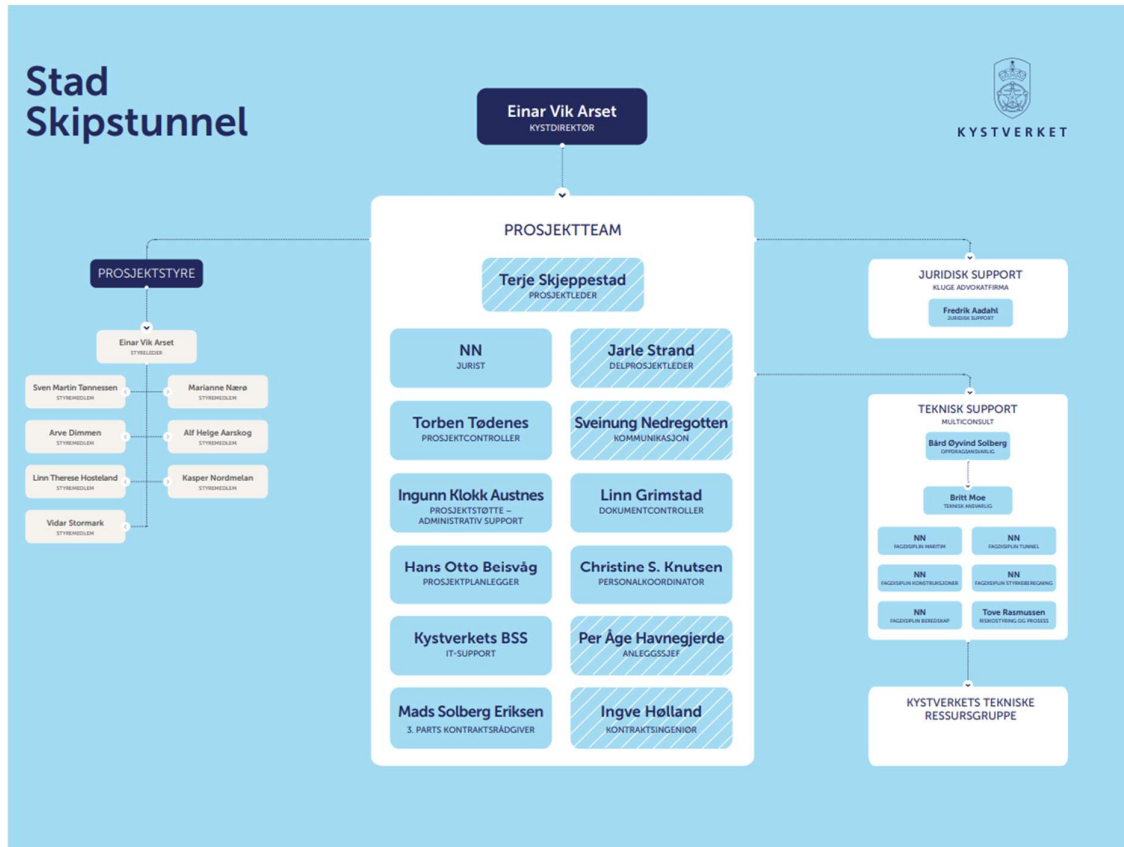
## 2.4 Gjennomføringsplan og status

### 2.4.1 Kontraktstrategi

Kystverket har valgt totalentreprise med anskaffelse av entreprenør etter forhandling. Med en slik løsning vil Kystverket kunne påvirke og utvikle løsningsvalg før entreprenøren leverer sine tilbud. Bakgrunn for valg av kontraktsform er i sentralt styringsdokument begrunnet med at det vil gi byggherren en sikkerhet om gjennomførbarhet og måloppnåelse. I tillegg mener man at det vil være risikoreduserende å gjennomføre en slik prosess før kontrahering tross at det tar noe mer tid før oppstart av gjennomføringsfase. Kontraktstrategien er vurdert i forbindelse med KS2-prosessen.

### 2.4.2 Organisasjonen

Figuren under viser hvordan prosjektet er organisert i dag.



Figur 4. Stad skipstunnel, dagens organisering.

Prosjektet eies av Kystdirektøren som formell prosjekteier. Prosjekteier leder også prosjektstyret, som fungerer som et rådgivende organ til prosjekteier.

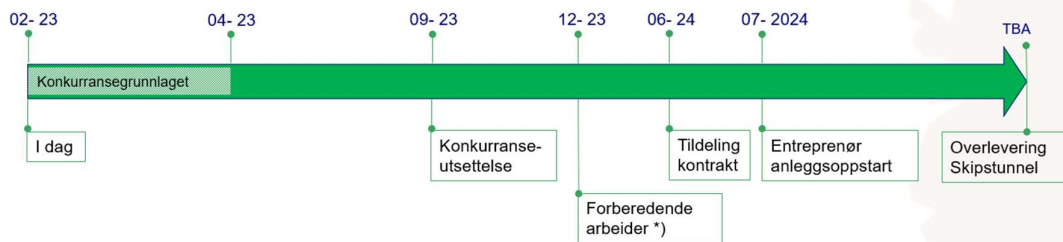
Prosjekteier har utpekt en prosjektleder som har ansvaret for den praktiske gjennomføringen. Prosjektleder har satt sammen et prosjektteam som består av en kombinasjon av ansatte i Kystverket og innleide ressurser. Prosjektleder har i tillegg etablert flere ressursgrupper som støtter prosjektteamet, herunder omfattende teknisk bistand. Det er en uttalt strategi at prosjektorganisasjonen skal være slank og støtte seg på ekstern fagkompetanse og tredjeparter der det er nødvendig.

### 2.4.3 Framdriftsplan

Figuren under prosjektets overordnede fremdriftsplan.

## Farled Stad Skipstunnel

Tidslinje mnd.- år



\*) Desember 2023 - juni 2024  
Forberedende arbeider: Høyspent / lavspent / oppmåling / tilstandsrapporter bebyggelse.

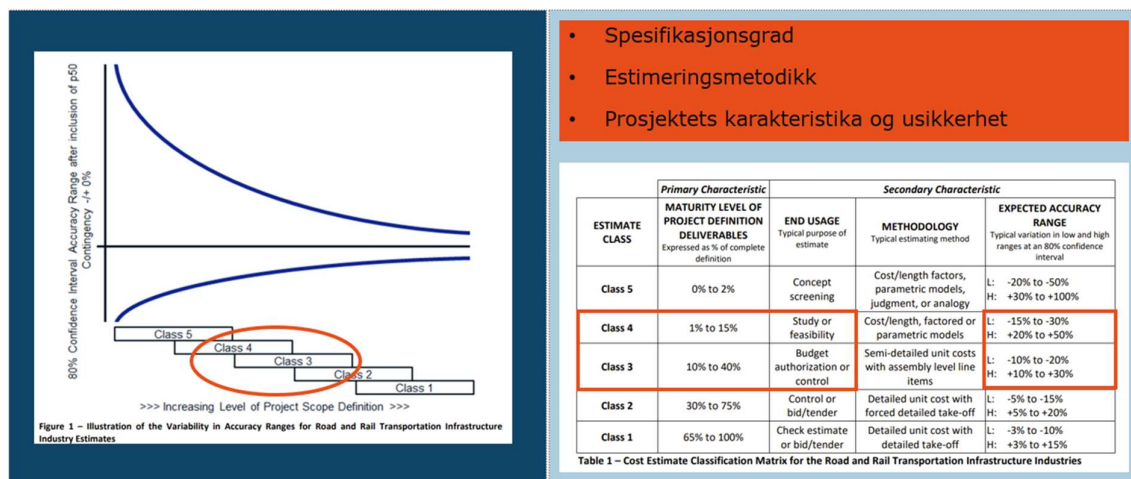
Figur 5. Stad skipstunnel, overordnet framdrift pr. feb. 2023.

Konkurransesgrunnlaget er planlagt ferdig på våren 2023, men utlysning av konkurransen vil bli utsatt til høsten 2023. Kystverket beregner 9 til 12 måneder fra konkurransen sendes ut til tildeling av kontrakten. Sluttdato vil bli fastsatt i forhandlinger med totalentreprenøren.

### 3 BASISESTIMATET

#### 3.1 Modenhet og estimatklassifisering

Som del av oppdraget er det gjort en overordnet vurdering av modenheten i underlaget for estimatet og grov plassering i estimatklasse i henhold til rammeverket fra AACEI (The Association for the Advancement of Cost Engineering International). AACEI regnes som det mest anerkjente fagmiljøet innen kostnadsestimering internasjonalt. Figuren under viser rammeverket fra AACEI.



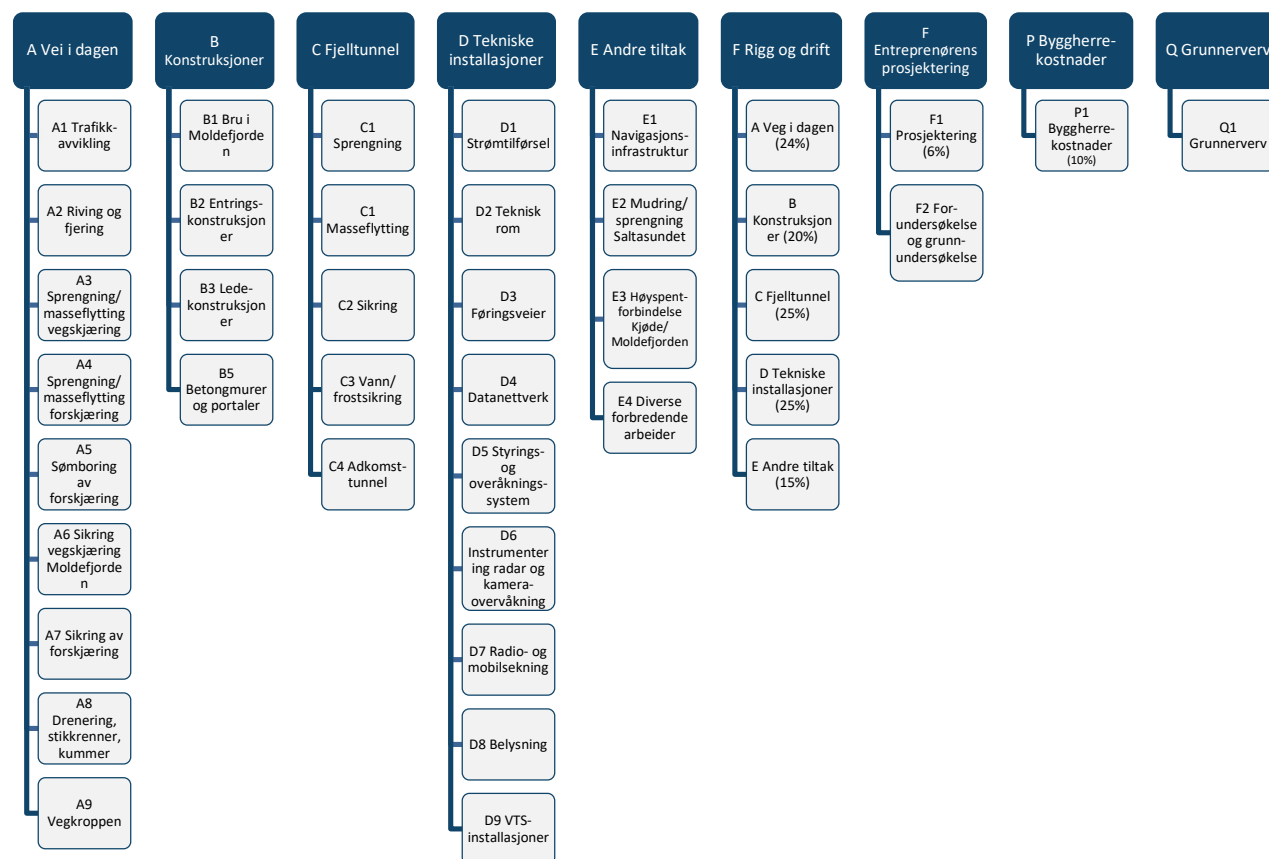
Figur 6. Utklipp fra AACEI-rammeverk for estimatklasser med overordnet vurdering av Stad skipstunnel.

Et hovedpoeng med estimatklassifisering er å kommunisere modenhetsnivået, eller spesifikasjonsgraden, i underlaget og hva man rimelig kan forvente av nøyaktighet på kostnadsestimatet. Grad av teknisk detaljering (prosjektering) er en viktig faktor, sammen med spesifikasjonsgraden på alle andre relevante prosjektplaner og – prosesser. Et viktig prinsipp er at estimeringsmetodikk, herunder detaljeringsgrad på estimeringsmetoden, er tilpasset prosjektets detaljeringsgrad. En kan redusere nøyaktigheten i et estimat ved å velge en for overordnet estimeringsmetode, men det motsatte er ikke mulig, altså å øke nøyaktigheten ved å velge en mer detaljert estimeringsmetode enn det er grunnlag for. Et siste poeng i rammeverket er at selv med høy grad av modenhet og en tilpasset estimeringsmetode, så vil prosjektets karakteristika og usikkerhetsbilde påvirke nøyaktigheten.

Spesifikasjonsgraden i prosjektet er ikke kartlagt i detalj. Et slikt arbeid forutsetter en detaljert gjennomgang av prosjektleveranser for innværende prosjektfase med bruk av sjekklister for modenhetsnivå. Den overordnede, generelle betraktningen er likevel at prosjektet framstår med en spesifikasjonsgrad i klasse 3 til 4, og sett i lys kontraktstrategien er det naturlig at omfanget ikke er detaljprosjektert i forkant av anskaffelsen. I vurderingen av hvilken klasse dette kostnadsestimatet bør plasseres i, legges det vekt på usikkerheten i underlaget for mengder og kravspesifikasjon der det blant annet pågår viktige studier. Mengdegrunnlaget har sin opprinnelse i forprosjekt 2017, supplert med diverse endringer og tilført ny informasjon med teknisk funksjonsbeskrivelse parallelt i prosessen. Det er derfor noe usikkerhet om foreliggende mengdeoppsett og kostnadsvurderinger fullt ut reflekterer oppdatert gjeldende informasjon om prosjektet. Her er både gyldighet og kompletthet viktige stikkord. Selv om selve tunnelvolumet er definert og kontrollert, er det usikkerhet om mengder i massehåndteringen, samt mengder knyttet til andre prosesser og fag.

## 3.2 Kostnadsnedbrytningsstruktur

Figuren under viser kostnadsnedbrytningsstrukturen (for basisestimert) som er benyttet i kostnads- og usikkerhetsanalysen.



Figur 7. Stad skipstunnel, kostnadsnedbrytningsstruktur basisestimert.

Strukturen er tilpasset og endret noe i forhold til tidligere estimater. Den ene endringen er at F Rigg og drift er trukket ut og samlet i én felles kostnadspost. Dette for å synliggjøre denne vesentlige kostnadsposten som er estimert med felles estimeringsmetodikk (bruk av påslagsprosent), og fordi estimatusikkerheten knyttet til posten i stor grad er felles for hele innholdet i posten. Merk at rigg- og driftssatsen på 15 % for E Andre tiltak ikke er anvendt på underposten E1 Navigasjonsinfrastruktur, som er estimert i regi av Kystverket inklusiv eventuell rigg og drift.

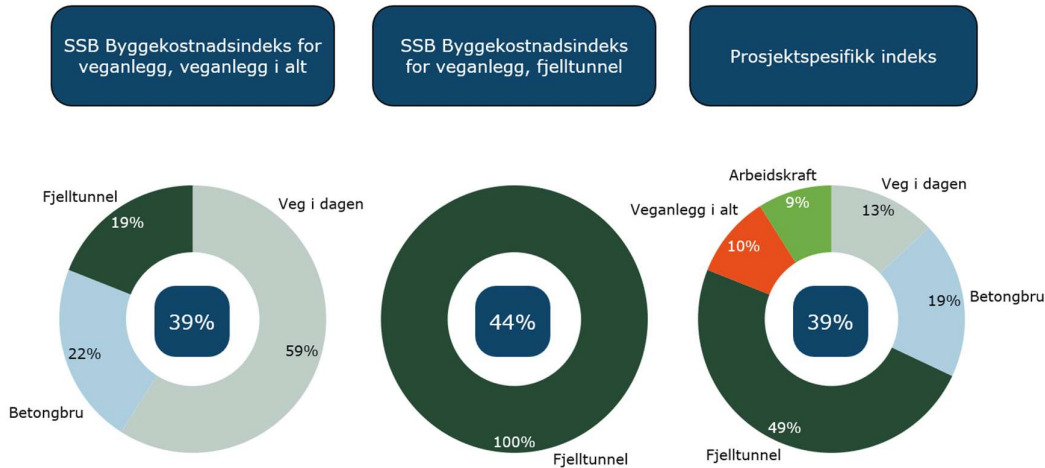
En annen endring som er gjort er å atskille F Entreprenørens prosjektering fra P Byggherrekostnader. Dette for å synliggjøre kostnadsposten tydelig, og sikre en konkret vurdering av kostnaden i tråd med kontraktstrategien. Vi oppfatter at kostnader for prosjektering var vurdert som del av P Byggherrekostnader tidligere. Det vil på byggherresiden fortsatt være behov for å leie inn teknisk bistand fra typiske prosjekteringsmiljøer, og denne kostnaden er plassert i P Byggherrekostnader. En tredje endring i strukturen er å splitte kostnadspost for sprengning og masseflytting i to separate underposter under C Fjelltunnel. Dette fordi estimeringsmetoden, og dermed estimatusikkerheten, er ulik, samt at størrelsen på kostnadspostene blir bedre harmonisert og egnet for en usikkerhetsanalyse.



## 3.3 Beregningstekniske forutsetninger

### 3.3.1 Indeksjustering

Tre alternative indekser på prosjektnivå er illustrert under, med vekting av delkomponentene i smultring-diagram. Inne i smultringen vises beregnet vekst fra forprosjekt 2017 (Q3 2016) til oppdatert kostnadsestimat 2023 (Q3 2022).



Figur 8. Ulike indekser illustrert med vektete bestanddeler og beregnet prisvekst fra Q3 2016 til Q3 2022.<sup>1</sup>

Smultringen til venstre viser sammensetningen av fag i den generelle indeksen, *veganlegg i alt*, mens smultringen til høyre viser sammensetningen av fag basert på estimatet i KS2+ 2020. I midten vises indeks for *fjelltunnel*. Beregningene viser at prosjektspesifikk indeks øker like mye som *veganlegg i alt* siden Q3 2016. Til tross for vesentlig større vektning av fjelltunnel som isolert sett har økt 44 %, trekkes den prosjektspesifikke indeksen ned ved at det er benyttet indeks for *tenester der arbeidskraft dominerer* for byggherrekostnader og prosjektering, og denne indeksen har kun økt 19,2 % i samme periode.

Bildet vist i figuren over kan naturligvis ikke uten videre overføres til framtidig utvikling. Som del av eierstyringen kan det vurderes å innføre en prosjektspesifikk indeks for framtiden, men fordelene synes begrenset. Det er et poeng at indeksering i kontraktene mot leverandører samsvarer med indeksering av investeringsrammene mot prosjekteier, slik at det ikke bygges opp skjulte reserver i styringen. Det er også et poeng å legge opp til valg av indeks som entreprenørmarkedet er vant med å forholde seg til.

*Veganlegg i alt* brukes utbredt til justering av investeringsrammer for statlige samferdselsprosjekter. Selv om vektningen ikke samsvarer med vektningen i prosjektet, har det liten konsekvens for utviklingen siden Q3 2016. Indeksen er benyttet i KS2 2018 og KS2+ 2020, og er også i denne analysen valgt for å kunne gi et ryddig sammenligningsgrunnlag mot tidligere estimater.

For å kunne sammenligne historiske kostnadstall gitt i tidligere rapporter, har vi indeksjustert historiske kostnader til prisnivå Q3 2022. Det er ikke hensyntatt påløpte kostnader i

<sup>1</sup> Kilde: SSB Byggekostnadsindeks for veglegg: [08662: Byggekostnadsindeks for veglegg \(1. kv. 2004=100\), etter veglegg, kvartal og statistikkvariabel. Statistikkbanken \(ssb.no\)](#)

SSB Konsumprisindeks for varer og tjenester, etter leveringssektor, tjenester hvor arbeidskraft dominerer: [11117: Konsumprisindeks for varer og tjenester, etter Leveringssektor, måned og statistikkvariabel. Statistikkbanken \(ssb.no\)](#)



prosjektet ved indeksering av resultater for KS2+ 2020. I tabellen under dokumenteres all bruk av prisindeksering av historiske kostnadstall for denne rapporten. Vi har kun benyttet *SSB Byggekostnadsindeks for veganlegg, veganlegg i alt*.

Tabell 1 All bruk av indeksering av historiske kostnadstall i rapporten.

Kilde og kostnadsnivå	Kostnad, mill. kr, kilde	Kilde prisnivå	Mål prisnivå	Beregnet justering	Kostnad mill. kr, beregnet
KS2+ 2020 Basisestimat, kostnadsposter	A 221 B 313 C 818 D 96 E 45 F 448 P 204 Q 25				A 307 B 435 C 1 137 D 134 E 63 F 622 P 283 Q 35
	Sum 2 169 ekskl. mva.	Q3 2016	Q3 2022	39%	Sum 3 016 ekskl. mva.
KS2+ 2020 Basisestimat	2 977 inkl. mva. 2 401 ekskl. mva.	Q2 2020	Q3 2022	25,6%	3 739 inkl. mva. 3 016 ekskl. mva.
KS2+ 2020 P50	3 370 inkl. mva. 2 718 ekskl. mva.	Q2 2020	Q3 2022	25,6%	4 233 inkl. mva. 3 413 ekskl. mva.
KS2+ 2020 P85	3 990 inkl. mva. 3 218 ekskl. mva.	Q2 2020	Q3 2022	25,6%	5 011 inkl. mva. 4 041 ekskl. mva.
KS2 2018 Basisestimat	3 196 inkl. mva. 2 577 ekskl. mva.	Q1 2018	Q3 2022	30,3%	4 164 inkl. mva. 3 358 ekskl. mva.
KS2 2018 P50	3 670 inkl. mva. 2 960 ekskl. mva.	Q1 2018	Q3 2022	30,3%	4 782 inkl. mva. 3 857 ekskl. mva.
KS2 2018 P85	4 350 inkl. mva. 3 508 ekskl. mva.	Q1 2018	Q3 2022	30,3%	5 668 inkl. mva. 4 571 ekskl. mva.
Forprosjekt 2017 Basisestimat	2 646 inkl. mva. 2 133 ekskl. mva.	Q3 2016	Q3 2022	39%	3 678 inkl. mva. 2 966 ekskl. mva.
Forprosjekt 2017 P50	2 965 inkl. mva. 2 391 ekskl. mva.	Q3 2016	Q3 2022	39%	4 121 inkl. mva. 3 323 ekskl. mva.
Forprosjekt 2017 P85	3 300 inkl. mva. 2 661 ekskl. mva.	Q3 2016	Q3 2022	39%	4 586 inkl. mva. 3 698 ekskl. mva.

### 3.3.2 Merverdiavgift

Analysen er gjennomført uten at merverdiavgift er bygget inn i basisestimatet og usikkerhetsmodellen. For beregning av resultater inklusiv merverdiavgift legges det 25% på alle kostnadsposter med følgende unntak:

- I P Byggherrekostnader er mva. kun relevant for innkjøp av eksterne tjenester da interne, ansatte ressurser ikke utløser mva. Den eksakte fordelingen er usikker per i dag, så det er antatt at 2/3 av byggherrekostnaden er merverdiavgiftspliktig. Dette er i tråd med tidligere antakelser i forbindelse med KS2+ 2020.
- Grunnerverv belastes ikke med mva.

Antakelsene i analysen er i tråd med KS2+ 2020. Totalt er det da beregnet en vektet mva.-sats på 24 % tilsvarende tidligere beregninger. Denne satsen er i tillegg gjennomgående benyttet for konvertering av historiske tall for inkludering / ekskludering av mva.

### 3.3.3 Ekspertgruppe og prisreferanser

Som beskrevet tidligere er det benyttet ekspertressurser som besitter spesialistkompetanse på relevante deler av skipstunnelen. I det videre beskrives ekspertressursenes kompetanse, hovedbidrag og prisreferanser.

**Anders Beitnes (Beitnes Consulting)**, ingeniørgeolog, erfaring med tunnel og anleggsarbeid generelt.

Beitnes har spesielt bidratt i vurdering av kostnadspost A Veg i dagen, C Sprengning (tunnel), C Masseflytting (tunnel), C Fjelltunnel øvrig, F Rigg og drift i tillegg til generelt bidrag i tillegg til generelt bidrag i hele kostnadsestimatet. Prisreferanser er i stor grad hentet fra en rekke pågående og nylig gjennomførte vei- og jernbaneprosjekter i Norge. Nøyaktige prosjektreferanser kan ikke oppgis da innsyn i priser er gitt under fortrolighet. Enhetspriser er inngitt under hensyn til både regulær prisstigning og ekstraordinær prisvekst for blant annet materialer til sprengmidler og bergsikring.

**Morten Bjerkås (DIMB Consult AS)**, doktoringeniør, erfaring med rådgivning og forskning på konstruksjoner generelt og marine konstruksjoner spesielt. Bjerkås har bidratt spesielt med vurdering av B konstruksjoner og F Rigg og drift i tillegg til generelle bidrag i hele kostnadsestimatet. Prisivurderinger er gjort på bakgrunn av lang erfaring med betongkonstruksjoner og store anleggsprosjekter. Konkrete prisreferanser for Moldefjordbrua er hentet fra sammenlignbare brukonstruksjoner i nyere tid. For entringskonstruksjoner og lededkonstruksjoner er det benyttet konkrete prisreferanser fra kaikonstruksjoner, som er blant erfaringsprosjektene vurdert som mest relevante for de unike konstruksjonene i Stad skipstunnel.

**Erling Graarud (ViaNova AS)**, sivilingeniør med lang fartstid innen samferdsel og kostnadsestimering. Graarud har bidratt med vurderinger av hele kostnadsestimatet. Prisivurderinger er gjort på bakgrunn av egen prisdatabase opparbeidet og utviklet over mange år. Prisdatabasen er basert på en kombinasjon av ferdigstilte prosjekter, anbudspriser og særlig metareferanser til estimert pris i prosjekter som igjen baserer seg på andre prisreferanser. Prisivurderinger er inngitt etter evalueringer av prisene i databasen og vurderinger av relevans. Nøyaktige prosjektreferanser kan ikke oppgis da innsyn i priser er gitt under fortrolighet, men prosjektene består i stor grad av store vei- og jernbaneprosjekter. Et lite utdrag av prosjekter kan nevnes i denne forbindelse:

- E16 Sandvika-Wøien (anbudspriser)
- Dovrebanen Venjar-Langset (anbudspriser)
- Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16 (metareferanser)
- E6 Oslo øst (metareferanser)
- E6 Øyer-Otta (metareferanser)
- E39 Eigersund-Bue (metareferanser)
- E6 Åsen-Steinkjer (metareferanser)

**Kjell Skjølingstad (Energy Consult AS)**, mange års operativ erfaring fra entreprenørsiden innenfor anlegg, infrastruktur, energi, industri, samferdsel, tunnel, særlig innenfor ledelse, prosjektledelse og kostnadsestimering. Skjølingstad har bidratt med prisreferanser og vurderinger av hele kostnadsestimatet. Prisreferanser baserer seg på egen jevnlig og nylig erfaring med anleggsprosjekter på dagens prisenivå, med en stor andel av prisene innhentet fra september 2022. For spesielle bestanddeler nevnes følgende prisreferanser:

- Betong: Ølen Betong, Norbetong og Velde Betong
- Armering: Norsk Stål, Celsa, Smith Stål
- Sikringsbolter: Pretec, Vik Ørsta, DSI Underground, Huth & Wien
- Sement: Norcem og Mapei
- Hjelpematerialer, forskaling: Peri, Dokka.

**Rune Landsverk (Baseline AS)**, mange års operativ erfaring fra anleggsbransjen, herunder innenfor utførelse, prosjektledelse, framdriftsplanlegging av anleggsproduksjon, kostnadsestimering og anbuds kalkulasjon, bistand til tvistesaker og strategisk rådgivning for byggherre og entreprenør. Landsverk har bidratt særlig med ressursestimering av massehåndteringen, A Veg i dagen og C Masseflytting (tunnel), samt F Rigg og drift, i tillegg til generelt bidrag til hele kostnadsestimatet. Bidraget til Landsverk i prosessen baserer seg på egen erfaring med entreprenørperspektivet på planlegging av anleggsarbeid, ressursbruk, produktivitet, kostnader og usikkerhet. Prisreferanser og prisforståelse er bygget opp over mange år, og med jevnlig og nylig kontakt med entreprenørmarkedet. Til bruk i ressursestimeringen er det i tillegg innhentet priser fra underleverandører.

### 3.3.4 Ressursestimering

På forhånd var det vurdert spesielt stor usikkerhet i estimater for massehåndteringen. I forbindelse med prosessen er massehåndteringen derfor gjennomgått med ressursestimering, dette gjelder masser i både A Veg i dagen og C Fjelltunnel. Som del av ressursestimeringen er det også utført en mengdekontroll. Ressursestimeringen omfatter følgende innsatsfaktorer for å beregne enhetspriser.

1. Arbeidslønn
2. Innkjøp av materialer
3. Selvkost på maskiner og utstyr (kapitalkostnad er innkalkulert i maskinprisen)
4. Administrasjon

Hovedelementer i prosessen for ressursestimering kan beskrives som følger:

- Innhentede tilbud på tjenester og materiale
  - Materialer
  - Leieprislister på maskiner og utstyr
- Foreløpig utkast til fremdriftsplan settes opp med anleggstid, bemanning, maskininnsats og riggebehov.
- Beregning av arbeidskost for hver enkelt mengdebærende post ved vurdering av ressursinnsats, materialforbruk og prisnivå. (Arbeidskost er direkte kostnader ved utførelsen, men eksklusive anleggets felleskostnader).
- Oversikt over samlet behov for timeverk timelønnede, maskintimer, sum underentreprenører, sum materiale, interne leier og investeringsbehov for jobben.
- Opplisting av risiko og muligheter.

Selvkostrater for maskiner, mannskap og materialer brukt i ressurskalkylen er basert på priser som er innhentet i løpet av estimeringsprosessen for Stad skipstunnel.

## 3.4 Basisestimat, oversikt

Tabellen under viser oversikten over oppdatert basisestimat fordelt på grunnkalkyle og uspesifisert, samt påløpt kostnad fra og med 2021. Merk at hvert tall er avrundet til hele millioner uten desimaler, og summering av avrundede tall kan gi unøyaktige utslag.

Tabell 2 Basisestimat fordelt på påløpt, grunnkalkyle, uspesifisert, mill. kr Q3 2022, ekskl. mva.

Konto	Navn	Påløpt	Grunnkalkyle	Uspesifisert	Basisestimat (inkl. påløpt)
1	A Veg i dagen	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2	B Konstruksjoner				
3	C Sprengning (tunnel)				
4	C Masseflytting (tunnel)				
5	C Fjelltunnel øvrig				
6	D Tekniske installasjoner				
7	E Andre tiltak				
8	F Rigg og drift				
9	F Entreprenørens prosjektering				
10	P Byggherrekostnader				
11	Q Grunnerverv				
	<b>Total</b>	<b>96</b>	<b>3 604</b>	<b>117</b>	<b>3 817</b>

Påløpt kostnad er inkludert fra og med 2021 for at tallene skal være sammenlignbare med grunnlaget for vedtatt styringsramme og kostnadsramme, det vil si KS2+ 2020. Påløpt kostnad utgjør en relativt liten andel av kostnadsestimatet.

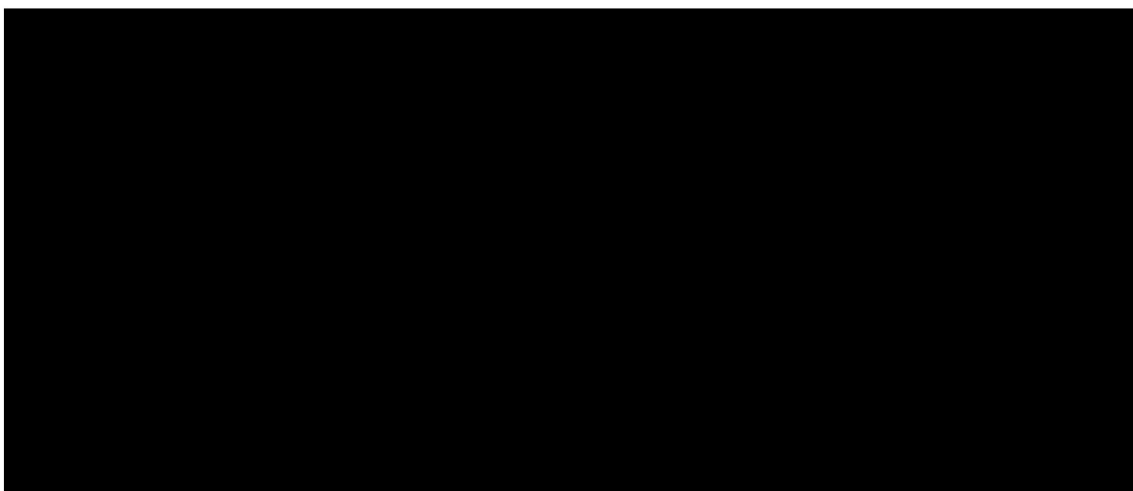
Grunnkalkylen, inkludert påløpt, beløper seg til 3 700 mill. kr. Uspesifisert utgjør 117 mill. kr, tilsvarende om lag 3 prosent av grunnkalkylen, noe som regnes som en relativt liten andel. Totalt utgjør basisestimatet 3 817 mill. kr.

### 3.5 Utvikling av basisestimat

Tabellen under viser utviklingen av basisestimat siden KS2+ 2020, fordelt på hovedposter i estimatet. I kolonnen til høyre er årsaker til endringene forsøkt forklart på stikkordsmessig form. En detaljert og uttømmende årsaksforklaring er ikke mulig da vi i prosessen ikke har hatt tilgang på det mest detaljerte nivået i basisestimatet som lå til grunn for KS2+ 2020. Forklaringene baserer seg derfor på kjente endringer og overordnet informasjon om hva som lå til grunn i KS2+ 2020.

Tabell 3 Endring av basisestimat sammenlignet med KS2+ 2020, mill. kr Q3 2022, ekskl. mva.

Hovedposter i basisestimat	Basisestimat KS2+ 2020	Oppdatert basisestimat 2023	Endring	Overordnet endringsforklaring
A Veg i dagen				
B Konstruksjoner				
C Sprengning (tunnel)				
C Masseflytting (tunnel)				
C Fjelltunnel øvrig				
D Tekniske installasjoner				
E Andre tiltak				
F Rigg og drift				
F Entreprenørens prosjektering				
P Byggherrekostnader				
Q Grunnerverv				
<b>Sum</b>	<b>3 016</b>	<b>3 817</b>	<b>801</b>	



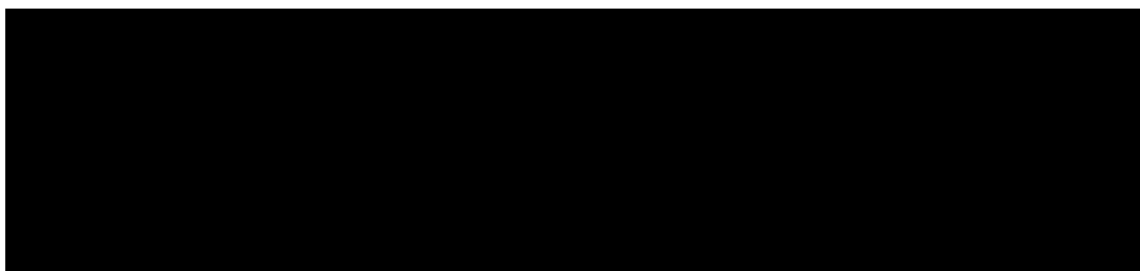
Årsaken til økningen i direkte kostnader er en kombinasjon av endrede løsninger, kontroll av beregninger og mengder og nye prisvurderinger. Utover dette er det en risiko for at faktisk prisutvikling med bruk av oppdaterte priser avviker fra indekseringen. Dette er en kjent problemstilling med bruk av input-indekser som baserer seg på prisutvikling på innsatsfaktorer, og dermed ikke fanger opp endringer over tid som påvirker hvordan innsatsfaktorene settes sammen, herunder økte krav til prosess og produkt i entrepriser. I tillegg kommer forhold som endringer i produktivitet, risikoprising, overheadkostnader og fortjeneste, som heller ikke fanges opp i input-indekser.

Økningen av indirekte kostnader skyldes en ny kostnadsvurdering og endret tilnærming til estimering med bruk av påslagsprosjenter, samt at det er en viss følgeeffekt av økte direkte kostnader.

## **3.6 Hovedposter i basisestimatet**

### **3.6.1 A Veg i dagen**

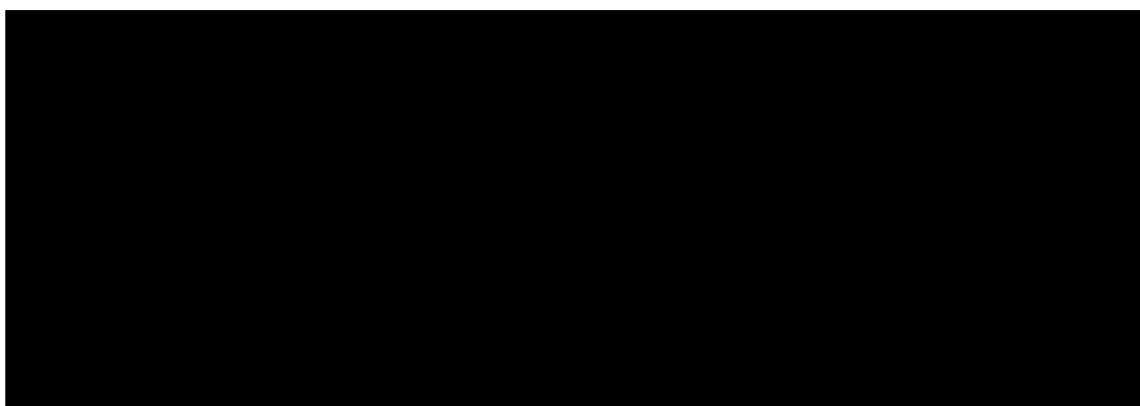
A Veg i dagen består av direkte produksjonskostnader for anleggsarbeider i dagsone med unntak av det som knytter seg til betongkonstruksjoner i dagen og håndtering av tunnelmasser som også foregår i dagen. Posten inkluderer arbeider med forskjæringene ved tunnelen inkludert sprengning og massehåndtering, veiarbeider inkludert sprengning og massehåndtering, samt trafikkavvikling og riving og fjerning.




Det vurderes at mengdegrunnlaget for massehåndtering er usikkert. Det bør beregnes mengder etter tradisjonell VIPS-beregning (tverrprofilmetoden). For å utføre dette er det nødvendig med innmåling av topp terreng og utarbeidelse av teoretisk fjellflate og eventuelle masseutskiftninger. Dette gjelder spesielt på uttak av forskjæringer og fyllinger i vann.

### **3.6.2 B Konstruksjoner**

B Konstruksjoner består av ulike konstruksjoner, enten de er i dagsone eller tunnel. De største kostnadspostene er entringskonstruksjoner (utenfor tunnel) og ledekonstruksjoner (i tunnel) som skal dimensjoneres for laster fra skipstrafikken.






Uspesifisert kostnad er vurdert som liten, da estimeringsmetoden er basert på grove og antatt komplette mengder og enhetspriser.

Parallelt med oppdatering av basisestimatet har det pågått studier for beregning av last og utredning av dimensjoneringskriterier. Last fra skipsstøt var ikke satt ved tidspunkt for prising. Dette gjør at prisen er svært usikker. Store laster på relativt begrenset areal kan komplisere entringskonstruksjonen vesentlig. Det finnes få referanser på slike konstruksjoner og hvordan dette endelig vil bli utformet og bygget er ukjent. Ledekonstruksjonen skal fylle flere funksjoner. Hvordan skipene vil påvirke og belaste er ikke satt. Kravene til bredde er uklare, men sannsynlig satt basert på nødvendig kjørebredde for beredskapskjøretøyer. Usikkerheten her er noe mindre enn på entringskonstruksjonene gitt at lastene i teknisk forprosjekt er realistiske. Øker støtlastene betydelig vil økt bredde for større kraftopptak måtte vurderes. Dette er vurdert som mindre sannsynlig, men bør ikke utelukkes fullstendig.

### **3.6.3 C Sprengning (tunnel)**



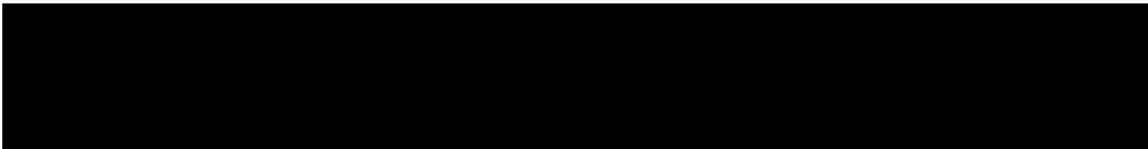
Fordelingen mellom de ulike drivemetodene er en særskilt usikkerhet, men totalmengden er relativt sikker. Mengder er kontrollert ved beregning av tverrsnitt og løpemeter tunnel med teoretisk utvidelse. Uspesifisert kostnad er vurdert sjablonmessig til ca. fem prosent for å ivareta detaljerte arbeidsprosesser og tilpasninger som ikke er ivaretatt i mengdeoppsettet og enhetspriser.

### **3.6.4 C Masseflytting (tunnel)**

Hovedposten består av massehåndteringen av tunnelmassene. Det er utført mengdekontroll og ressursestimering av kostnadsposten. Det er lagt til egen post for transport av masser fra stuff til portal/entringsområde. Det er lagt inn tre poster på hver side med transport av masser til følgende lokasjoner:

- Entringsområde på hver side av tunnel. Dumper transport
- Næringsområde Kjøde og Lesto på hver side av tunnel. Lastebil transport
- Næringsområde på Måløy og Leikanger på hver side av tunnel. Lekter transport

Lektertransport er basert på nylig innhentede prisreferanser fra to leverandører. Uspesifisert kostnad er vurdert sjablonmessig til fem prosent for å ivareta detaljerte elementer og tilpasninger som ikke er ivaretatt i mengdeoppsettet og enhetsprisene.



Det vurderes at mengdegrunnlaget for massehåndtering er usikkert. Det bør beregnes mengder etter tradisjonell VIPS beregning (tverrprofilmetoden). For å utføre en slik beregning er det nødvendig med innmåling av topp terreng på havbunn, samt vurdering av stabilitet og eventuelle masseutskiftninger under fyllingene.

Det vurderes som usikkert om alle massene som er planlagt lagret i entringsområdet vil få plass der. Det vil medføre en kostnadskonsekvens dersom massene som er tenkt brukt i entringsområdet må kjøres til andre deponier, enten via lekter eller lastebil.

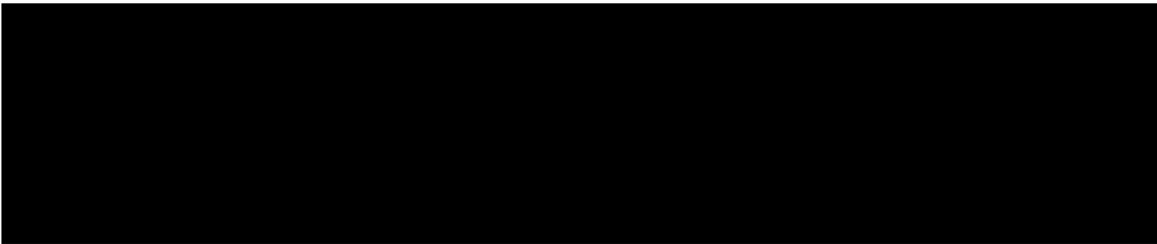
Det bør være mulig å redusere kostnaden ved at enten byggherre eller entreprenør leaser eller kjøper inn lekter eller båt for anleggsperioden i stedet for å basere seg på innleiepriser. Innhentede priser på lektertransport framstår som høye, og det bør sikres god konkurranse og markedsbetingelser.

### **3.6.5 C Fjelltunnel Øvrig**

Hovedposten består av bergsikring, vann- og frostsikring, samt atkomsttunnel for driving av hovedtunnelen.

Det er forutsatt systematisk bergsikring, noe som gir mer forutsigbar drift, men øker kostnadsestimatet i forhold til tidligere. Nyere prisreferanser som er benyttet indikerer en vesentlig økning av priser for bolting og sikring, og posten for bergsikring står for den største andelen av total kostnadsøkning i C Fjelltunnel Øvrig.

I estimatet for vann- og frostsikring er det forutsatt en minimums løsning, med behovsprøvd, brannsikret PE-skum i heng, som har som målsetning å gi et dryppfritt heng og sikring mot isnedfall i farled. Erfaring har vist at vannet kan forflytte seg over tid, noe som medfører noe risiko for vann og is utenfor de definerte feltene over tid. Det er ikke planlagt vannsikring i vegger, men issikring i vegger er planlagt utført med behovsprøvd etablering av isnett, for å verne gangbane og tekniske installasjoner, mot nedfall. En heldekkende vann- og frostsikring i heng, og behovsprøvd vann og frostsikring i vegger hadde vært det foretrukne alternativet, med hensyn til driftssikkerhet og oppetid. Se kutt / pluss-liste.



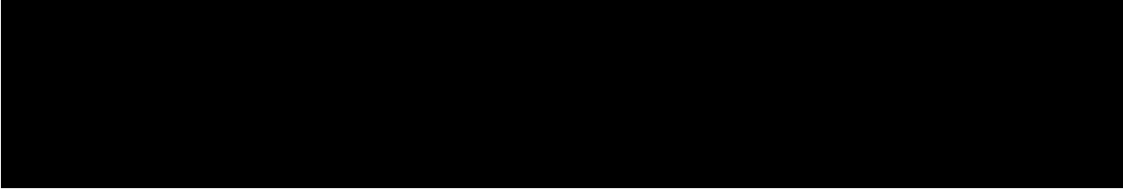
Som utdrivingskonsept har vi sett behov for at tunnel og forskjæringer sprenges ut uavhengig. Forskjæringene trenger mange og tidkrevende avbyggingstrinn kombinert med møysommelig sikring og plasstøpte konstruksjoner, slik at det ville medført sterk begrensning på tunnelbyggingen å ha massetransporten derfra ut i portalen. Alternativt må man ta høyde for at det ville ta mer enn ett år å komme så langt med forskjæringene at tunneldriften kunne starte i dagen. Tunnelens store volum påkaller en særdeles effektiv drivemetode der alle ressurser til boring, lading, transport og sikring kan pågå med flere angrepspunkter samtidig for å oppnå høy utnyttelsesgrad. Derfor bør driving og sikring foregå fra egne adkomsttunneler.

Det fins flere alternative løsninger for vann- og frostsikring, og det er stor forskjell i investeringskostnad for de ulike løsningene. Valg av løsning for vann- og frostsikring kan ha vesentlig betydning for nyttesiden gjennom driftssikkerhet / oppetid og driftskostnader, og bør derfor behandles grundig og forankres på høyt nivå i styringsdialogen.



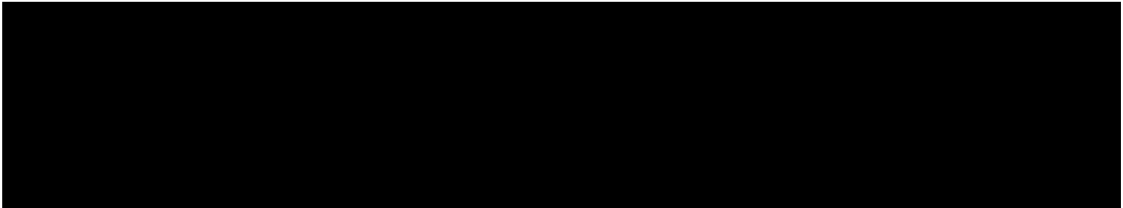
### **3.6.6 D Tekniske installasjoner**

Hovedposten består av en rekke ulike tekniske installasjoner, herunder nevnes strømtilførsel, tekniske rom, føringsveier, datanettverk, styrings- og overvåkingssystem, instrumentering, radar og kameraovervåking, radio – og mobildekning, belysning og VTS-installasjoner.



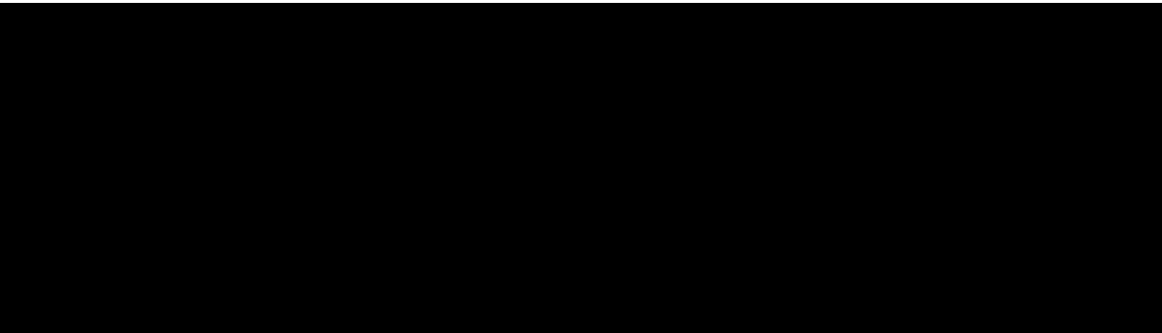
### **3.6.7 E Andre tiltak**

Hovedposten består av diverse arbeider som ikke naturlig lar seg innplassere i øvrige hovedposter. I dette prosjektet dekker posten navigasjonsinfrastruktur, mudring og sprengning av Saltasundet, samt to nye elementer som er lagt til i forbindelse med analysen. Disse inkluderer etablering av høyspentforbindelse mellom Kjøddepollen og Moldefjorden, samt diverse forberedende arbeid som ikke er kartlagt i detalj.



### **3.6.8 F Rigg og drift**

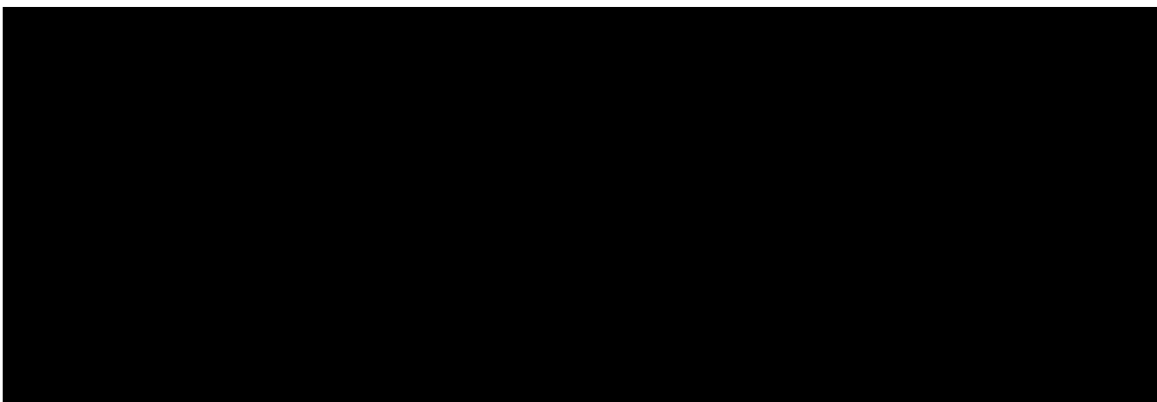
Hovedposten består av entreprenørens felleskostnader for rigg og drift, herunder funksjonærer, kapitalytelser, containere, midlertidige terrengarbeider, drift av brakkerigg, reisekostnader og nattarbeid, sikring av byggeplass, verkstedtelt, tilrigging av maskiner, servicemaskin, samt diverse annet. Kostnaden er vurdert på normalisert form, det vil si uten å ta hensyn til entreprenørens taktiske prising. Det er godt kjent at entreprenørene, alt annet likt, vil kunne dra fordel av å plassere en uforholdsmessig stor kostnad på rigg og drift, da denne kostnaden utbetales relativt sett tidlig i prosessen.



### **3.6.9 F Entreprenørens prosjektering**

Hovedposten inkluderer all detaljprosjektering som ligger til totalentreprenørens ansvar, herunder også post for forundersøkelser og grunnundersøkelser. Som grunnlag for vurderingen er kostnaden definert som prosjekteringstjenester i hele prosjektets levetid, altså oppfølging fra tekniske rådgivere, kontrollarbeid og utarbeidelse av dokumentasjon. Entreprenørens prosjektering har tidligere vært inkludert i hovedposten P

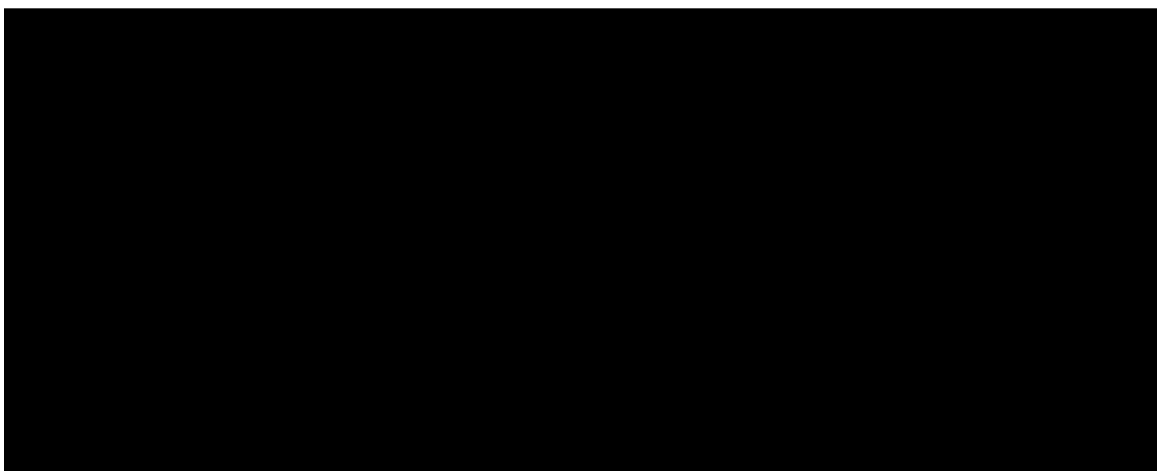
Byggherrekostnader, men er nå skilt ut som egen hovedpost, dette for å tydeliggjøre både entreprenørens og byggherrens respektive kostnad til teknisk rådgivning. Andelen knyttet til entreprenørens prosjektering var trolig undervurdert i tidligere estimater.



Det er flere aktører som har vært inne i prosjektet med ulike leveranser over lengre tid. Det blir viktig å samle inn all denne informasjonen om det som er gjort på en strukturert og oversiktlig måte, slik at gjenbruksverdien blir høy og det framgår tydelig hva som er foreløpig plan, føringer og gjenstående spillerom.

### **3.6.10 P Byggherrekostnader**

Hovedposten består av alle administrative kostnader som tilfaller prosjektet på byggherresiden. Dette gjelder prosjektledelse med bemanningen av hele prosjektteamet, kjøp av tjenester, herunder spesielt teknisk bistand for oppfølging av entreprenørens prosjektering og kontroll av leveranser, samt diverse administrative kostnader som til sammen kan utgjøre en betydelig andel av byggherrekostnaden. Her kan trolig kostnader til reise, opphold og rotasjonsordninger i forbindelse med geografisk lokasjon på Stad være kostnadsdrivende i forhold til mer sentrale lokasjoner. Entreprenørens detaljprosjektering er ikke inkludert i denne hovedposten.



### **3.6.11 Q Grunnerverv**

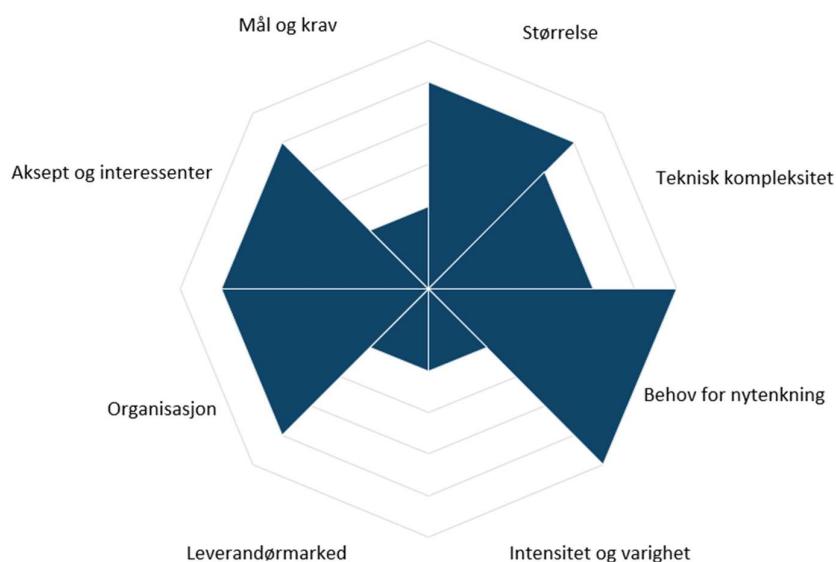
Hovedposten består av utkjøp av eiendom, samt relatert advokat- og konsulentonorar. Gjennomførte grunnerverv har gitt en økning i kostnader på grunn av behov for større handlingsrom i anleggsgjennomføringen og høyere priser enn forutsatt. Kostnadene baserer seg på en stor andel av påløpte kostnader og en andel avsetning for gjenstående erverv som er under avklaring med grunneiere. Kostnaden har økt med totalt 20 mill. kr.

## 4 KVALITATIV USIKKERHETSANALYSE

### 4.1 Prosjektets karakteristika

Som en innledende øvelse ble prosjektets overordnede utfordringer og karakteristika kartlagt i et såkalt spider-diagram eller situasjonskart. Denne øvelsen gir en bakgrunnsforståelse for usikkerhetspotensial og bakenforliggende årsaker til usikkerhetsbildet, fra et overordnet perspektiv.

Deltakerne i gruppesamlingene ble utfordret på å vurdere prosjektet langs åtte angitte dimensjoner, som erfaringsmessig påvirker usikkerheten i prosjekter. Situasjonskartet i figuren under viser vurderinger av prosjektets grad av utfordringer sammenlignet med et normalprosjekt i Kystverket på en skala fra 1 (meget liten grad av utfordring) til 6 (meget stor grad av utfordring).



Figur 9 Prosjektets karakteristika med grad av utfordring langs åtte dimensjoner.

Under følger en kort beskrivelse av prosjektets overordnede utfordringer identifisert i usikkerhetsanalysesamlingen. For fullstendig oversikt over dokumentasjonen, se vedlegg.

#### Behov for nytenkning

I vurderingen legges det vekt på fravær av etablerte kravstandarder i motsetning til veinormalene og andre tekniske regelverk hos etablerte byggherreorganisasjoner, noe som medfører større behov for studier, vurderinger og vellykket utforming av prosess for akseptkrav. Til tross for kjente kompetanseområder i norsk sammenheng er dimensjonene ekstreme, og kombinasjonen av fjell og sjø på denne måten er nytt. Det mangler åpenbart relevante prosjekterfaringer og kostnadsdata, i og med at prosjektet ikke er sammenlignbart med tidligere prosjekter. Kontraktsformen totalentreprise med forhandlinger er ikke den mest brukte på anleggsprosjekter. Det kan skape rom for ulik forståelse av kontrakten, hva som er rett detaljnivå og vederlagsform, samt generell usikkerhet om utformingen av en vellykket kontrakt. Det er verdt å merke seg at alle utfordringene også representerer behov for nytenkning hos entreprenørene på samme måte som hos byggherren.

## **Organisasjon**

I vurderingen av organisasjon er det lagt vekt på at Kystverket som prosjekteier og byggherreorganisasjon ikke har erfaring med organisering og styring av denne typen prosjekter, med alt det innebærer av prosjektsystemer, erfaring, kompetanse og læring med lang fartstid med sammenlignbare prosjekter, samt organisatoriske styringslinjer, kultur og uformelle kontaktflater. På prosjekteiersiden kan det også tas med i betraktning at Nærings- og fiskeridepartementet normalt ikke er eierdepartement for store anleggsprosjekter.

## **Aksept og interessenter**

I utgangspunktet framstår interessentbildet som positivt, med få aktive motstandere av prosjektet. Likevel synes viljen til å finansiere prosjektet å være begrenset, sett i lys av historikken med kostnadsopptimaliseringer og KS2+ i 2020. Samfunnsøkonomisk lønnsomhet har vært gjenstand for diskusjon over lengre tid, og med kostnadspress i statsbudsjettet generelt kan det forventes at viljen til å finansiere prosjektet blir satt under press i møte med andre prioriteringer. Forholdet kan bli en vedvarende utfordring for prosjektet gjennom hvordan det påvirker prosjektet i planleggingsfasen og i styringsdialogen med prosjekteier, dersom kostnadsutviklingen skulle utvikle seg i negativ retning.

## **Størrelse**

Stad Skipstunnel er Kystverkets største enkeltprosjekt med stort omfang og stor grad av risiko. Med hensyn på tunnelmeter er det et lite prosjekt, men tunneltverrsnittet, volum på masser og de tekniske løsningene er omfattende.

## **4.2 Identifisering av usikkerhet og usikkerhetsdrivere**

Som en del av usikkerhetsanalysen er det identifisert gjenstående usikkerheter i en gruppesamling. Disse har blitt gruppert i følgende overordnede usikkerhetsdrivere:

- U1 Anleggsgjennomføring
- U2 Eierstyring og rammebetingelser
- U3 Eksterne aktører og interessenter
- U4 Lokale forhold
- U5 Markedsusikkerhet
- U6 Prosjektering og modenhet
- U7 Prosjektorganisasjon og ledelse

De syv usikkerhetsdriverne utgjør, sammen med de elleve hovedpostene i estimatet som vist i foregående kapittel, 18 elementer i usikkerhetsmodellen som kvantifiseres. Skillet mellom estimatusikkerhet på den ene siden, som vurderes for hovedpostene i basisestimatet, og hendelsesusikkerhet på den andre siden, som vurderes for usikkerhetsdriverne, er gjennomgående definert som vist i figuren under:



Figur 10 Prinsipielt skille mellom estimatusikkerhet og usikkerhetsdrivere (hendelsesusikkerhet).

Beskrivelse av usikkerhetsdriverne følger nedenfor.

**U1 Anleggsgjennomføring** omfatter entreprenørens gjennomføringsevne og egnethet, effektivt driftsopplegg, produktivitet og logistikk, forhold knyttet til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø, tilkomst til anlegg og koordinering mellom kontrakter.

**U2 Eierstyring og rammebetingelser** omfatter forutsigbarhet i rammebetingelser, avhengighet til eiers beslutninger, kvalitet på overordnet styring, tydelighet i bestillinger, tekniske krav og godkjenninger fra myndigheter. Stad Skipstunnel skal bygges i henhold til gjeldende regelverk og krav.

**U3 Eksterne aktører og interessenter** omfatter behov, krav og endringer fra interessenter og aktører utenfor prosjektet som f.eks. kommuner, interesseorganisasjoner og naboer.

**U4 Lokale forhold** omfatter usikkerhet knyttet til geologi, grunnforhold og kvalitet på masser, grensesnitt mot eksisterende infrastruktur, kabler/rør i grunnen, arkeologi, vnedede arter og vernet natur, vær, klimafaktorer etc.

**U5 Markedsusikkerhet** omfatter kapasitet og konkurransesituasjon i markedet ved kontraktsutlysning, prosjektets attraktivitet og interesse fra leverandør, og utvikling i markedsmiddel som avviker fra framtidig indeksering.

**U6 Prosjektering og modenhet** omfatter spesifikasjonsgrad og modenhet i prosjektgrunnlaget, kvalitet på prosjektering, differansen mellom de løsningene som i dag er skissert og det faktiske ferdige prosjektet i fremtiden.

**U7 Prosjektorganisasjon og ledelse** omfatter Kystverkets evne til å planlegge og styre prosjektet, kapasitet og tilgang på ressurser, kontinuitet for nøkkelpersonell, erfaring med lignende prosjekter, evne til samhandling og kommunikasjon internt i prosjektet og i organisasjonen. Usikkerhet i valgt kontraktstrategi og videre arbeid med dette er inkludert.

For fullstendig oversikt over de identifiserte usikkerhetene og tilhørende usikkerhetsdrivere, samt begrunnelse for kvantifisering, se vedlegg.

## 5 KVANTITATIV USIKKERHETSANALYSE

### 5.1 Forutsetninger og avgrensninger

Den kvantitative usikkerhetsanalysen er avgrenset gjennom noen forutsetninger og avgrensninger. Disse forutsetningene kan deles inn i avgrensninger av prosjektet (premissendringer) og beregningstekniske forutsetninger, og er vist i figuren under. Usikkerhet om disse faste forutsetningene er ikke inkludert i analysen.

Avgrensninger av prosjektet	Beregningsteknisk
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestilt ytelse/funksjonalitet holdes fast               <ul style="list-style-type: none"> <li>Tunneltverrsnitt holdes fast</li> <li>Analysen inkluderer ikke hele spekteret av alt. løsninger for vann- og frostsikring, bl.a. løsninger som gir økt sikkerhet for oppetid. Se kutt / pluss-liste.</li> </ul> </li> <li>Rammebetingelser for prosjektet holdes fast               <ul style="list-style-type: none"> <li>Føringer om massedeponering til lokale industriområder. Se kutt / pluss-liste.</li> <li>Prosjektet har begrenset tilgang på kraft, eventuelt krav om elektrifisering av anlegget er ikke mulig uten å etablere kapasitet</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prisnivå Q3 2022, fremtidig LPS ikke inkludert</li> <li>Påløpt kostnad fra og med 2021 er inkludert</li> <li>Merverdiavgift legges til totalkostnad med 24 %</li> <li>Følgende usikkerhet holdes utenfor               <ul style="list-style-type: none"> <li>Valutausikkerhet</li> <li>Bevilgningstakt</li> <li>Ekstremhendelser</li> </ul> </li> </ul>

Figur 11 Forutsetninger for analysen: Avgrensninger av prosjektet og beregningstekniske forutsetninger.

### 5.2 Kostnadsberegninger fra usikkerhetsanalysen

Kostnadsoversikten nedenfor viser oppbyggingen av det stokastiske kostnadsestimatet fra grunnkalkyle til P85-estimat. Relativt standardavvik tolkes ofte som et mål på usikkerhetsnivået (standardavvik dividert med forventningsverdi).

Tabell 4 Kvantitative resultater etter usikkerhetsanalyse investeringskostnad, mill. kr inkl. / ekskl. mva., Q3 2022.

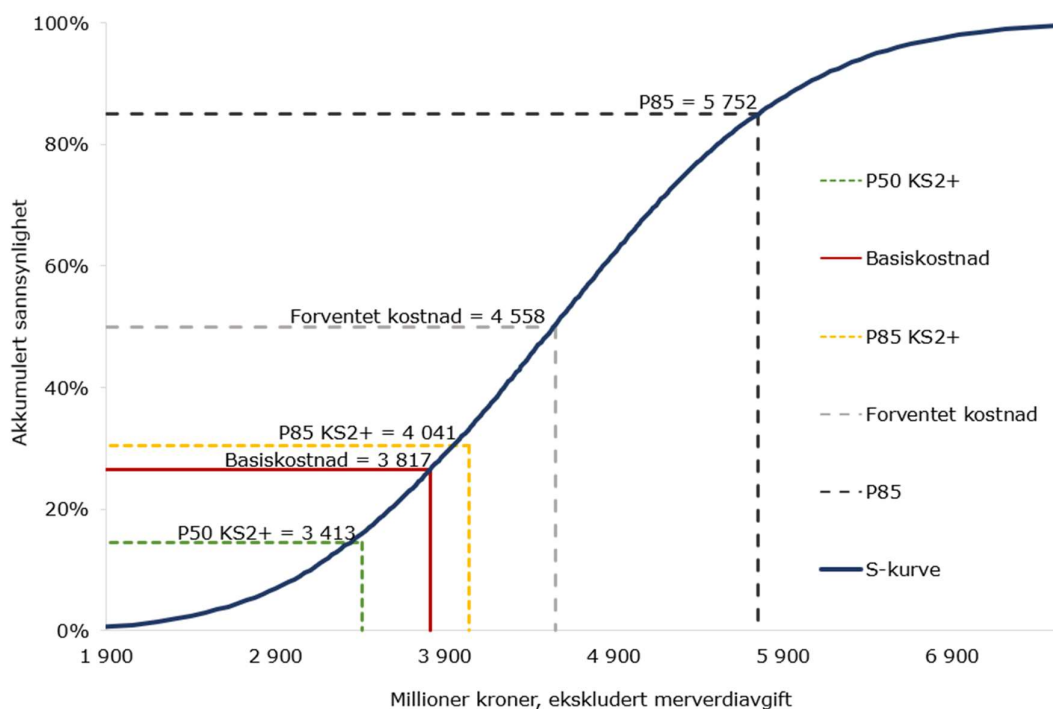
Kvantitative resultater	Mill. kr inkl. mva.	Mill. kr ekskl. mva.	%
<b>Grunnkalkyle</b>	<b>4 588</b>	<b>3 700</b>	
Uspesifisert	145	117	3 %
<b>Basisestimat</b>	<b>4 733</b>	<b>3 817</b>	
Forventet tillegg	919	741	19 %
<b>Forventet kostnad (~P50)</b>	<b>5 652</b>	<b>4 558</b>	
Usikkerhetsavsetning	1 482	1 195	26 %
<b>P85-estimat</b>	<b>7 132</b>	<b>5 752</b>	
Standardavvik	1 407	1 135	25 %

Tabellen over viser at forventet kostnad er 4 558 mill. kr ekskl. mva., og P85-estimatet er 5 752 mill. kr ekskl. mva. Uspesifisert kostnad utgjør 3 % av grunnkalkylen, og kan anses som en relativt liten del av basisestimatet på 3 817 mill. kr.

Forventet tillegg er beregnet til 19 %, noe som kan betraktes som relativt stort sammenlignet med andre analyser ved KS2 eller senere i prosjektutviklingen. Usikkerheten i kostnadsestimater er i sin natur høyreskjev, slik at en forventer et mer begrenset rom for kostnadsreduksjoner i forhold til kostnadsøkninger. Forventet tillegg er et uttrykk for generell skjevhet i kostnadsestimatet. Det er viktig å merke seg at forventet tillegg er en form for avsetning for risikoscenarier, og at det ikke nødvendigvis vil bli behov for denne avsetningen.

Usikkerhetsavsetningen er definert som differansen mellom P85-estimatet og forventet kostnad. Relativ størrelse på denne er nært knyttet til relativt standardavvik, da P85-verdien er tilnærmet lik ett standardavvik opp fra forventet kostnad. Relativt standardavvik på 25 % kan betraktes som relativt stort i sammenheng med store statlige prosjekter som legges fram for investeringsbeslutning (KS2). Se kapittel 6 PROSESSLEDERES VURDERING OG ANBEFALINGER for nærmere drøfting av rimelighet.

Under følger s-kurven (ekskl. mva.) fra Monte Carlo-simulering etter usikkerhetsanalysen. S-kurven viser den kumulative sannsynlighetsfordelingen for prosjektets investeringskostnad, og viser sannsynligheten for ikke å overskride ulike kostnadsnivåer. Tolkningen er at y-aksen viser sannsynlighet for at investeringskostnaden havner innenfor den korresponderende kostnaden på x-aksen for hvert punkt på s-kurven.



Figur 12 S-kurve for investeringskostnad, med nøkkeltørrelser fra KS2+ 2020 vist i gul og grønn stiplede linje. Alle tall er oppgitt som mill. kr ekskl. mva., Q3 2022.

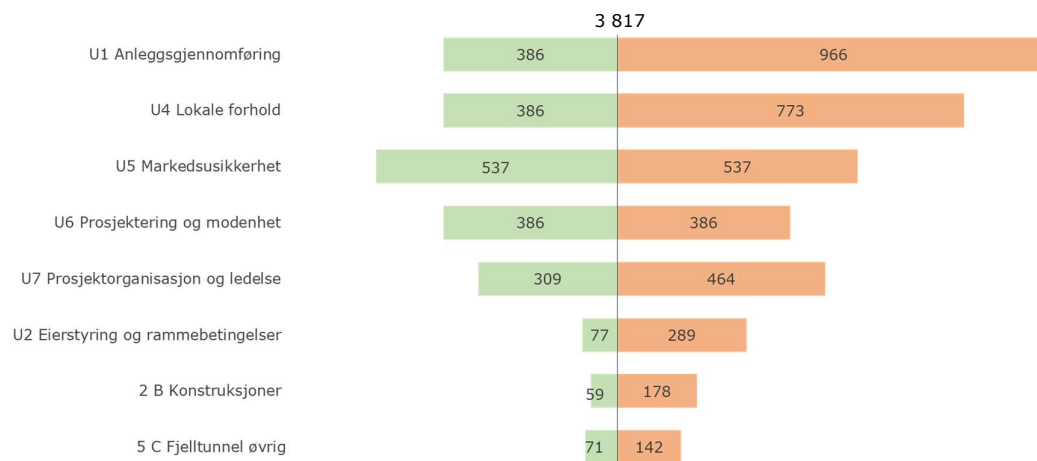
Forventet kostnad (~P50) angir gjennomsnittlig kostnad etter 20 000 simulerte gjennomføringer og er tilnærmet lik P50-estimatet. Det er altså tilnærmet lik 50 % sannsynlighet for at kostnaden blir lavere enn 4 558 mill. kr. P85-estimatet angir 85 % sannsynlighet for at kostnaden blir lavere enn 5 752 mill. kr.

I figuren over er basisestimat markert i s-kurven, og analysen har beregnet at det er 26 % sannsynlighet for at prosjektets sluttkostnad havner innenfor basisestimat 3 817 mill. kr. I teorien, dersom prosjektet gjennomføres mange ganger vil basisestimat være tilstrekkelig i ca. én av fire tilfeller. Dette kan tas med i betraktningen som en optimistisk motsats til det risikobildet figuren over viser.

Nøkkelstørrelser fra KS2+ 2020 er også plassert langs s-kurven. Oppnåelse av P50 fra KS2+ 2020 framstår som relativt usannsynlig med 15 % sannsynlighet for at sluttkostnaden havner innenfor 3 413 mill. kr. Allerede på nivå basisestimat nærmer prosjektet seg en overskridelse av P85-estimatet fra KS2+ 2020 på 4 041 mill. kr. Det er beregnet ca. 31 % sannsynlighet for at sluttkostnaden havner innenfor det tidligere estimerte P85-estimatet.

### 5.3 Bidrag til kostnadsusikkerhet

Tornadodiagrammet i figuren under viser de åtte usikkerhetselementene (kalkyleposter og usikkerhetsdrivere) som bidrar mest til den totale kostnadsusikkerheten, rangert med størst usikkerhet øverst. Grønn søyle viser potensial for kostnadsreduksjon, mens rød søyle viser potensial for kostnadsøkning i forhold til basisestimatet. P10-estimatene (utfallet vi håper på) og P90-estimatene (utfallet vi frykter) angir ytterpunktene for hver søyle i diagrammet. Midtaksen representerer basisestimat som referansepunkt.



Figur 13 Tornadodiagram, mill. kr ekskl. mva. Q3 2022.

I teksten under beskrives vurderingene av de fire største usikkerhetselementene. For fullstendig oversikt over de identifiserte usikkerhetsmomentene og tilhørende usikkerhetsdrivere, samt begrunnelse for kvantifisering, se vedlegg.

**U1 Anleggsgjennomføring** uttrykker entreprenørens gjennomføringsevne og egnethet, effektivt driftsopplegg, produktivitet og logistikk, forhold knyttet til SHA, tilkomst til anlegg og koordinering mellom kontrakter. Basisestimatet inkluderer ikke noe særskilt risikopåslag for anleggsgjennomføringen og totalentrepriseformatet, med gjennomgående forutsetning i basisestimat at anleggsgjennomføringen er såkalt normal problemfri med normal produktivitet ut ifra erfaringer med anlegg generelt. Her er det verdt å merke seg at usikkerheten knyttet til anleggsgjennomføringen, både optimistisk og pessimistisk, bærer preg av at vi mangler åpenbart relevante referanser for vurdering av det unike i dette prosjektet. I vurderingen er det lagt vekt på entreprenørens gjennomføringsevne, massehåndtering, optimalisering av driftsopplegg, produktivitet og evne til å håndtere risiko.



Her ligger det både muligheter for nytenkning ved å koble på entreprenørkompetanse, samt forhold som ny vurdering av stordrift og innkjøpsstrategier, eksempelvis vurdering av underentreprenører og eie/leie-analyser av leker for massetransport. Som en motsats kan alle de overnevnte forholdene ha vært undervurdert i basisestimatet. Pessimistisk utfall kan materialisere seg allerede i tilbudsfasen, der entreprenørens vurdering av anleggsgjennomføring og risiko kan gi utslag i økt tilbudspris, eller det kan oppstå plunder og heft som får direkte eller indirekte kostnadskonsekvens for byggherren. Også i totalentrepriser må det regnes med at virkeligheten kan avvike fra forutsetninger i konkurransegrunnlaget og kontrakten, og at det kan være ulik fortolkning av kontrakt og forståelse av risikoforhold. Et kjent scenario på pessimistisk side er den eskalerende utfordringen som oppstår når man kombinerer krevende anleggsgjennomføring, entreprenør med mangelfull gjennomføringsevne, og som har vunnet jobben med feil oppgaveforståelse og undervurdert pris.

**U4 Lokale forhold** beskriver usikkerhet knyttet til geologi, grunnforhold og kvalitet på masser, grensesnitt mot eksisterende infrastruktur, kabler/rør i grunnen, arkeologi, vernede arter og vernet natur, vær, klimafaktorer etc. Basisestimatet inkluderer ikke noe særskilt risikopåslag for geologi og grunnforhold og det mangfoldet av uforutsette avvik og hendelser som kan oppstå knyttet til lokale forhold. I tunnelprosjekter er bergets beskaffenhet i høy grad bestemmende for tunneldrivingens effektivitet. Omfang av bergsikring er planlagt kompensert som regulerbare mengder for å redusere kostnadsrisikoen for entreprenør. Bergkvaliteten er delvis kartlagt i forbindelse med optimalisering i prosjektet som underlag for KS2+ 2020, herunder i form av kjerneboring med ca. 45% komplettering, noe som anses som omfattende. Likevel tilsier generell erfaring og dimensjonene på prosjektet betydelig restusikkerhet for grunnforhold. Utfallet av usikkerheten kan gå i både positiv og negativ retning. I tillegg er det vurdert at uforutsette hendelser og avvik i lokale forhold typisk vil gi konsekvens på pessimistisk side. Slike avvik vil kunne gi stopp i produksjonen og hindre entreprenørens gjennomføring, og få følgekonskvenser for driften.

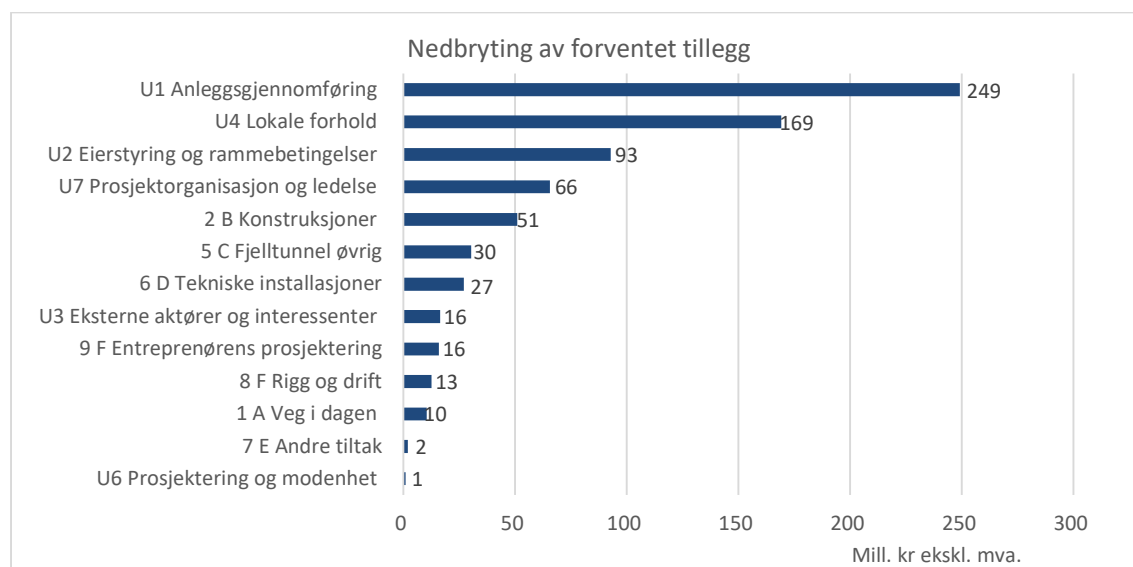
**U5 Markedsusikkerhet** omfatter kapasitet og konkurransesituasjon i markedet ved kontraktsutlysning, prosjektets attraktivitet og interesse fra leverandør, og utvikling i markedsmiddel som avviker fra framtidig indeksering. I vurderingen av usikkerheten er det lagt vekt på at entreprenørmarkedet vil oppfatte prosjektet som et unikt og attraktivt signalprosjekt, og det er kjent at prosjektet vekker internasjonal interesse. Stor interesse vil kunne gi lavere priser. Det er også en mulighet for at timingen av konkurransen i tredje kvartal 2023 er spesielt god med hensyn til ledig kapasitet i entreprenørmarkedet. Likevel er det svært vanskelig å forutse priseffekter i markedet og hvordan det vil kunne avvike fra prosjektets basisestimat. På pessimistisk side er det i tillegg til generell markedsusikkerhet vurdert at den samlede risikoen i prosjektet kombinert med håndtering av risiko i kontrakten, herunder konsekvens av valgt vederlagsform og kontraktsform, -utforming og -størrelse, kan gi en avskrekkende effekt i markedet. Markedsusikkerheten vurderes som symmetrisk med like stor oppside som nedside.

**U6 Prosjektering og modenhet** beskriver spesifikasjonsgrad og modenhet i prosjektgrunnlaget, kvalitet på prosjektering, differansen mellom de løsningene som i dag er skissert og det faktiske ferdige prosjektet i fremtiden. Spesifikasjonene som ligger til grunn for mengder i basisestimatet stammer i stor grad fra arbeid med forprosjekt 2017, noe som bidrar til usikkerhet om det detaljerte mengdegrunnlaget er i samsvar med dagens funksjonsbeskrivelse og forutsetninger. Fortsatt pågår det studier av konstruksjoner. Det vurderes gjennomført ytterligere geologi- og grunnundersøkelser samt en sammenstillingsrapport av alle tidligere utredninger. Strategien i prosjektet er at totalentreprenøren skal kontraheres mens det ennå foreligger et handlingsrom til å detaljere prosjektet ytterligere, og dette handlingsrommet innebærer usikkerhet. Ofte vurderes usikkerhet knyttet til videre detaljering og modning å ha et større risikopotensial enn mulighetspotensial da en generelt har erfart at det ukjente som ikke er kartlagt typisk

medfører nye tiltak eller fordyrende tilpasninger av planlagte tiltak. Denne usikkerhetsanalysen konkluderer med en symmetrisk fordeling av usikkerheten. Dette er særlig begrunnet med at fravær av relevante og rigide standarder for løsninger gir et større spillerom for optimaliseringer, forenklinger og reduksjoner på detaljnivå, samt at involvering av entreprenør tidlig kan gi nye idéer til optimaliseringer og nytenkning om løsninger.

## 5.4 Bidrag til forventet tillegg

Figuren under viser nedbrytning av forventet tillegg på de ulike usikkerhetselementene, rangert etter størrelsen på bidrag til forventet tillegg. Ingen av usikkerhetselementene i analysen bidrar til forventet fratrukk. Enkelte usikkerhetselementer er nøytrale og gir verken forventet tillegg eller fratrukk, og disse er heller ikke vist i figuren under.



Figur 14 Nedbrytning av forventet tillegg, mill. kr ekskl. mva. Q3 2022.

Forventet tillegg kommer av at risikopotensialet er vurdert som større enn mulighetspotensialet for usikkerhetselementet (høyreskjevhet), og kan forstås som gjennomsnittlig effekt av usikkerhetselementet etter 20 000 simulerte gjennomføringer. Forholdet mellom risikopotensial og mulighetspotensial definerer skjevheten i fordelingskurven for elementet, og større høyreskjevhet gir større forventet tillegg. Gitt høyreskjevhet vil usikkerhetselementets størrelse og størrelsen på usikkerhetsspennet bidra til økt forventet tillegg.

## 5.5 Forenklinger og reduksjoner (kutt / pluss-liste)

Som del av usikkerhetsanalysen er det sammenstilt en liste over mulige kutt og pluss. Kuttliste i prosjekter skal bestå av mulige reduksjoner eller forenklinger som ikke er ønskelige grunnet kuttets påvirkning på prosjektets innfrielse av mål og krav, men som likevel kan vurderes gjennomført dersom kuttet ikke truer prosjektets grunnleggende funksjonalitet. I statens prosjektmodell er det krav om å utarbeide kuttliste som et kompensierende styringsverktøy dersom kostnadsutviklingen truer fastlagte økonomiske rammer etter investeringsbeslutningen.

Identifiserte kutt og pluss er listet opp i tabellen under, sammen med en overordnet vurdering av grovt anslått kostnad, konsekvens for ytelse og forutsetninger for at tiltaket skal kunne realiseres.

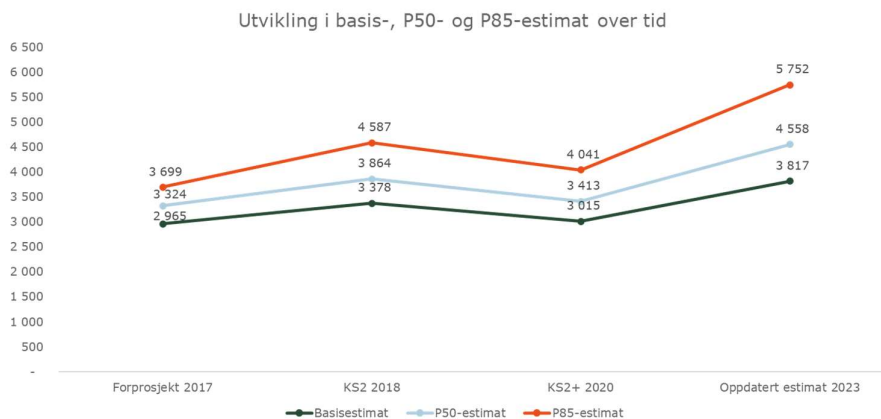
Tabell 5 Kutt / pluss-liste, mill. kr. ekskl. mva., prisnivå Q3 2020.

Nr.	Kutt / pluss	Brutto kostnad (mill. kr)	Konsekvens ytelse	Forutsetning
1	Deponering av masser i Moldefjorden	- 24	Lokalnæringa (-)	Dialog og avklaring med NFD. Allerede regulert.
2	Mindre tunnelverrsnitt	N/A	N/A	N/A
3	Vann og frostsikring - full PE skum gjennom hele tunnelen (ned til kabelbru, 15 meter over ledekonstruksjon)	+ 185	Økt sikkerhet for oppetid (+)	Beslutning prosjekteier. Er også en risiko knyttet til krav.
4	Fjerne deponering Kjøde, Måløy og Leikanger (deponering direkte i entringsområdet)			
4.1	Alternativ deponering i entringsområde i stedet for lekertransport til Måløy og Leikanger	- 143	Lokalnæring (-), lokalmiljø (-) klimautslipp (+)	Dialog og avklaring med NFD. Ikke regulert.
4.2	Alternativ deponering i entringsområde i stedet for lastebiltransport	- 36	Lokalnæring (-), lokalmiljø (-), klimautslipp (+)	Dialog og avklaring med NFD. Ikke regulert.

I tillegg til dimensjonene som inngår i tabellen, anbefaler vi å identifisere siste frist for beslutning av kutt / pluss, sikre seg handlingsrom i utformingen av strategier og kontrakter, samt analysere endringskostnader og følgekonsekvenser (netto kostnadsreduksjon og endring av usikkerhetsbildet).

## 5.6 Utvikling av kostnadsestimatet

Figuren under viser utviklingen av kostnadsestimatet fra forprosjekt 2017 til oppdatert estimat 2023. For hvert tidspunkt illustreres basisestimat, P50-estimat og P85-estimat. Alle kostnadstall er oppgitt i mill. kr, ekskl. mva., indeksert til prisnivå Q3 2022.



Figur 15 Kostnadsutvikling fra forprosjekt 2017 til oppdatert estimat 2023. Alle tall oppgitt som mill.kr Q3 2022, ekskl. mva.

Det store bildet er at alle kostnadsnivåer, herunder basisestimat, P50-estimat og P85-estimat, øker betraktelig som resultat av prosessen med å oppdatere estimat i 2023. Endringer i basisestimat er nærmere forklart i avsnitt over. Endringen i basisestimat alene står for en økning på 802 mill. kr. Det er naturlig å forvente at P50-estimatet og P85-estimatet øker noe som følge av at basisestimatet øker. Dersom økningen av kvantifisert usikkerhet var proporsjonal med økningen i basisestimat ville P50-estimatet ha vært 4 320 mill. kr og P85-estimatet 5 116 mill. kr, det vil si en svakere økning for begge størrelser enn hva usikkerhetsanalysen viser.

Det er ikke foretatt en dybdeanalyse av årsaker til endring i P50-estimat og P85-estimat i forhold til KS2+ 2020. Generelt sett kan en betrakte de to punktene som to ulike prosesser på to ulike tidspunkter. Det er ikke gitt at det underliggende reelle usikkerhetsbildet har endret seg vesentlig i prosjektet. Ulike prosesser kan gi ulike svar, og med tiden som har gått kan prosjektforståelsen og synet på usikkerhetsbildet ha endret seg.

I forbindelse med krav om endringslogg i statens prosjektmodell beskrives tre hovedtyper av endringer i et prosjekt som følger:

- **Pålegg:** Endringer som følger av politiske beslutninger eller myndighetspålagte krav og føringer
- **Forslag:** Endringer i prosjektet som kan være hensiktsmessige eller nødvendige for å innfri målene med prosjektet
- **Beregningsgrunnlag:** Endringer som ikke inngår i A eller B, men følger av utvikling og detaljering av beregningsgrunnlaget, feilkalkulasjoner og lignende

Vår vurdering er at en relativt liten andel kan tilskrives kategorien Pålegg. En større andel kan tilskrives Forslag, herunder tilpasninger og endringer av løsninger som er identifisert som årsak til kostnadsøkning i basisestimatet. Til dette punktet kan også nevnes at deler av tekniske optimaliseringer mellom KS2 2018 og KS2+ 2020, tilsynelatende har vært reversert i den forstand at omfanget og mengder har økt igjen. Dette gjelder eksempelvis konstruksjoner. Videre kan trolig den største andelen økning tilskrives Beregningsgrunnlag, både når det gjelder basisestimat og for resultatene av usikkerhetsanalysen, herunder P50-estimat og P85-estimat.

Tabellen under viser resultatene sammenlignet med KS2+ 2020.

Tabell 6 Resultater fra usikkerhetsanalyse sammenlignet med KS2+ 2020, prisnivå Q3 2022.

Element	KS2+ 2020		Oppdatert estimat 2023		Endring
<b>Grunnkalkyle</b>	<b>N/A</b>		<b>3 700</b>		<b>N/A</b>
Uspesifisert sats	Antatt ~10 %		3 %	117	N/A
<b>Basisestimat</b>	<b>3 015</b>		<b>3 817</b>		<b>+ 802</b>
Forventet tillegg	14 %	398	19 %	741	+ 343
<b>Forventet kostnad (~P50)</b>	<b>3 413</b>		<b>4 558</b>		<b>+ 1 145</b>
Usikkerhetsavsetning	18 %	628	26 %	1 195	+ 566
<b>P85-estimat</b>	<b>4 041</b>		<b>5 752</b>		<b>+ 1 711</b>
Sannsynlighet for basis	25 %		26 %		
Relativt standardavvik	17 %		25 %		

Tabellen viser at usikkerhetsanalysen (oppdatert estimat 2023) har vurdert usikkerhetsbildet som mer truende og usikkert i form av større forventet tillegg og større relativt standardavvik. Sannsynlighet for at sluttkostnaden havner innenfor basisestimatet er likevel tilnærmet lik som KS2+ 2020.

## 6 PROSESSLEDERS VURDERING OG ANBEFALINGER

Usikkerhetsanalysen viser at forventet kostnad er 4 558 mill. kr. Dette er 741 mill. kr og 19 % høyere enn basisestimatet på 3 817 mill. kr. Den relative størrelsen på forventet tillegg oppfattes av prosessleder å være konsistent med prosjektets karakteristika og den overvekten av risiko som ligger i prosjektet i forhold til forutsetninger i basisestimat.

Usikkerhetsnivået, uttrykt som relativt standardavvik, er på ca. 25 % av forventet kostnad, og framstår etter prosessleders oppfatning som rimelig og forventet. Vår kjennskap til studier av faktisk standardavvik i store statlige prosjekter indikerer at 17-18 % er normal usikkerhet ved investeringsbeslutning. Concept-rapport nr. 59 indikerer ca. 17 % faktisk standardavvik i den statlige porteføljen av store investeringsprosjekter siden 2000-tallet, og vi kjenner til at studier av veiporteføljen til Statens vegvesen indikerer omtrent samme nivå. Stad skipstunnel er et spesielt unikt prosjekt med karakteristika som taler for større relativt standardavvik enn normalt. Veiprojekter og mange av de store statlige prosjektene er gjennomført med erfarne prosjekteierorganisasjoner og systemer på byggherresiden som har opparbeidet læring og spesialisering over lengre tid. Prosjektene er i tillegg i mindre grad unike med tilhørende bedre og mer relevante erfarings- og prisdata fra tilsvarende prosjekter, og det tekniske underlaget har ofte større spesifikasjonsgrad ved investeringsbeslutning. Alle disse forholdene tilsier at Stad skipstunnel har et høyere standardavvik enn snittet av den statlige prosjektporteføljen.

Analysen viser videre at prosjektet med ca. 26 % sannsynlighet kan gjennomføres til en kostnad lavere eller lik basisestimatet. Til tross for risikosiden i prosjektet og det store forventede tillegget er det verdt å merke seg at det er beregnet en reell mulighet for å realisere prosjektet til under 3 817 mill. kr.

Prosessleder anbefaler at analysens usikkerhetsbilde legges til grunn for videre usikkerhetsstyring og eierbehandling av prosjektet. Kostnads- og usikkerhetseffekten av at prosjektet er nytt og unikt i internasjonal sammenheng bør ikke undervurderes. I løpet av usikkerhetsanalysen har det blitt tydelig at behov for nytenkning er stort, som igjen gir utfordringer og høy usikkerhet.

Under beskrives enkelte usikkerhetsforhold med foreløpige anbefalinger som input til videre behandling i prosjektet og på prosjekteiernivået.

### **Modenhet i underlaget**

Spesifikasjonen av mengder i underlaget stammer opprinnelig fra arbeid med forprosjekt 2017, dog med tilpasninger og endringer underveis. Det er utført en form for mengdekontroll for avgrensede deler av estimatet (A Veg i dagen og C Masseflytting), mens store deler ikke har vært gjenstand for systematisk kontroll av mengder. Det er rundt syv år tilbake i tid at opprinnelig mengdegrunnlag ble etablert, og det ble utarbeidet av et team som ikke lenger er aktiv i prosjektet. Samtidig er det utarbeidet en fersk teknisk funksjonsbeskrivelse for prosjektet, og det er et spørsmål om mengdene i estimatet gjenspeiler siste gjeldende beskrivelse. Deltakere og bidragsytere til prosessen som er gjennomført for denne rapporten har derfor uttrykt noe bekymring for gyldigheten og komplettheten i beskrivelser og mengdegrunnlag som benyttes i kostnadsestimatet. Selv om vi i analysen har adressert modenhetsnivå og mengdeusikkerhet, er det en krevende øvelse å fullt ut kompensere for usikkerhet i mengdeunderlaget ved å kalibrere usikkerhetsvurderingene korrekt. Et mulig forbedringstiltak som kan gi større trygghet for kostnadsestimatet er å sette i gang en fersk og fullstendig prosjektering av mengder. Denne informasjonen vil også ha verdi inn i anskaffelsesprosessen og videre arbeid med planlegging av prosjektet.

## Kontraksform og vederlagsform

I løpet av usikkerhetsanalysen har det vært drøftet flere forhold ved valgt kontraksform og vederlagsform som bidrar til usikkerhet. Dette kan oppsummeres i punktene under:

- Usikkerhetsforhold som taler for høy prising av risiko i entreprenørmarkedet (vederlagsform)

*Prosjektet er unikt i internasjonal sammenheng med høy grad av nytenkning, og manglende standarder gir usikkerhet om krav til løsninger og behov for utvikling og innovasjon. Dette bildet kombinert med størrelsen, kompleksiteten og vederlagsformatet fastpris, kan ekskludere en del særlig norske entreprenører. Prosjektet framstår overordnet som krevende, og spesifikasjonsgraden i underlaget for prising som gir manglende forutsigbarhet for å be om fastpris. Grunnforholdsrisikoen anses som en viktig faktor i dette.*

- Usikkerhet om handlingsrommet for overføring av risiko

*Det foreligger en del erfaringer med det begrensede handlingsrommet for overføring av risiko fra byggherren til entreprenør, og at reell overføring forutsetter en tilstrekkelig identifisering og beskrivelse av risikoen fra byggherrens side. Restrisikoen knyttet til forhold som byggherren bærer ansvaret for kan fortsatt være stor. Dette gjelder særlig grunnforhold.*

- Usikkerhet om akseptkrav for løsninger der det mangler etablerte standarder

*Risikoen er at formatet på kravene i kontrakten (funksjonsbeskrivelse) ikke er tilstrekkelig dekkende for situasjoner som oppstår i praksis, der det kan bli uenighet om løsningene faktisk er akseptable, dette med risiko for kostnadsdrivende kontraksendringer, eller at kvaliteten på løsninger blir lavere enn forventet.*

Hovedanbefalingen som følger av usikkerhetsmomentene over er at prosjektet gjør en oppdatert analyse av kontraktstrategien og vederlagsform spesielt, noe som enten vil gi en økt trygghet for valgt kontraktstrategi, justeringer av valgt kontraktstrategi, eller eventuelt større endringer. I tillegg anbefaler prosessleder å gjøre noen viktige tekniske avklaringer før kontrakten lyses ut i markedet for å redusere usikkerhet som er uheldig å ta med seg inn i anskaffelsesprosessen. Dette innebærer å ferdigstille studier og gjøre egne vurderinger av implikasjoner for løsninger og gjennomføring, eksempelvis på områder som allerede pågår i dag:

- Ferdigstille studier av bergsikring ved NGI, samt vurderinger
- Ferdigstille pågående sammenstillingsrapport av alle tidligere grunnforhold og studier av geologi
- Ferdigstille studier og vurderinger av dimensjonerende last (entringskonstruksjoner og ledekonstruksjoner)

Byggherre bør prosjektere en byggbar løsning fullt ut for entringskonstruksjonene. Dette vil redusere usikkerhet for entreprenør betydelig, og innenfor kontraktens tidsrammer er det lite å hente på å be entreprenør velge løsning selv.

## Organisasjon og styring

Kystverket har ingen historikk som prosjekteier av tilsvarende prosjekter som Stad skipstunnel. Etableringen av et rådgivende prosjektstyre med relevant kompetanse anses som et godt tiltak, men det har kun en rådgivende funksjon. Prosjektet er stort og krevende,

og det anbefales å sette i gang et arbeid for å se på mulig behov og tiltak for å styrke apparatet på prosjekteisersiden.

Videre er det etablert en strategi om en slank byggherreorganisasjon som forutsetter at totalentreprenøren evner å operere relativt fritt. Erfaringer fra andre store prosjekter, er at også en totalentreprise krever omfattende oppfølging, dog på annet vis enn ved tradisjonelle utførelsesentrepriser. Et viktig budskap fra usikkerhetsanalysen er at gjennomføringen av totalentreprisen vil kreve omfattende oppfølging fra byggherreorganisasjonen, som derfor må sikre tilstrekkelig kapasitet og kompetanse. Det anbefales derfor å prioritere det allerede igangsatte arbeidet for å se på mulig behov for og tiltak for å styrke prosjektorganisasjonen.

### **Usikkerhet som ikke er ivaretatt i kvantitative resultater – klimakrav**

Usikkerhetsanalysen har noen klart definerte avgrensninger av usikkerhet som ikke er medberegnet, som for eksempel klimakrav. Dersom det kommer krav om nullutslipp er det viktig å være klar over at fullskala elektrifisering av anlegget er umulig med eksisterende krafttilgang i området. Et slik krav vil derfor ha spesielt store konsekvenser for tid og kostnad.

### **Usikkerhetsstyring og eierstyring av situasjonen**

Det anbefales generelt å ta tak i usikkerhetene og usikkerhetsbildet, og utvikle strategier og tiltak som kan besluttes og følges opp. Konkrete forslag til tiltak for arbeid med kostnadsestimat og usikkerhet er listet i vedlegg.

Til den videre behandlingen av usikkerhetsanalysen på eisersiden anbefaler vi å legge til grunn at usikkerhetsanalysen gir et reelt øyeblikksbilde. Dersom det er vilje og evne til å finansiere prosjektet med foreliggende usikkerhetsbilde, anbefaler vi likevel særskilte tiltak for å sikre god kontroll med den særskilte kostnadsrisikoen.

Prosjektets karakteristika tyder på at det er urimelig å forvente den samme nøyaktighet i kostnadsestimatet som ved mer kjente prosjektyper i statens prosjektportefølje. Samtidig kan det gjøres grep for å øke nøyaktigheten. Det er naturlig å foreslå en mer detaljert estimering av kostnader, men det er verdt å merke seg at det har liten verdi å øke detaljeringsgraden i estimatet i seg selv, dersom grunnlaget for estimatet ikke kommer fra oppdaterte og sikre forutsetninger, spesifikasjoner og mengder. Nyttens av tiltaket fordrer derfor at det først gjøres et prosjekteringsarbeid spesielt myntet på å få på plass verifiserte mengder og øke tryggheten i estimatet.

Et mulig grep for å sikre bedre kontroll er å legge opp til en prosess som gir pålitelig oppdatert kostnadsinformasjon kombinert med et ekstra steg for investeringsbeslutning som gir prosjekteier exit-mulighet før endelige fullmakter gis. Involvering av entreprenør i en slik prosess er tilsynelatende av stor verdi. Eksempler på en slik tilnærming er at det legges spesielle føringer for estimeringsmetodikk og transparens i entreprenørkonkurransen, der forhandlingsfasen avsluttes med kvalitetssikrede kostnadsestimater på enhetlig form mellom konkurrentene. For å styrke en slik strategi ytterligere fins det trolig kontraktsmodeller som gir større gevinster for pålitelig og nøyaktig kostnadsinformasjon før forpliktelse av bygging, herunder eksempelvis varianter av samspill.

Metode for indeksering av investeringsrammer har vært løftet som et tema i prosessen. I senere år har prisindekser fått økt betydning grunnet spesielle markedsforhold (global inflasjon, pandemi og Ukraina-krigen). Det kan vurderes å innføre en prosjektspesifikk indeks som baserer seg på vektninga i prosjektomfanget. Beregninger i analysen indikerer at prosjektspesifikk indeks siden Q3 2016 i liten grad har avveket fra SSBs Veganlegg i alt. Det er et poeng at indeksering i kontraktene mot leverandører samsvarer med indeksering av investeringsrammene, slik at det ikke bygges opp skjulte reserver i styringen. Det er også et poeng å legge opp til valg av indeks som entreprenørmarkedet er vant med å forholde seg til.



# VEDLEGG

## Vedlegg A – Prosess, agenda og deltakere

### Prosess usikkerhetsanalyse

Marstrands metode for gjennomføring av usikkerhetsanalysen er illustrert i figuren under. Metoden er i tråd med beste praksis, Finansdepartementets rundskriv R-108/19 *Krav til utredning, planlegging og kvalitetssikring av store investeringsprosjekter i staten*, Finansdepartementets veiledere (Concept NTNU). Metoden legger vekt på tilpasning til prosjektets situasjon, bred identifisering av usikkerhet, og godt forankrede gruppevurderinger av usikkerhetsbildet og kvantifisering av kostnadskonsekvenser.



Figur 16 Marstrands metode for gjennomføring av usikkerhetsanalyse.

Målet for analysen defineres med utgangspunkt i beslutningssituasjonen, prosjektets mål bilde, prosjektunderlag og forutsetninger. Hva skal analyseres; kostnader, fremdrift og samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Videre må det legges en plan for gjennomføring av analysen, samt definere en godt sammensatt deltakergruppe og bidragsyttere. I innledningen av gruppesamlingen brukes det tid på å legge frem prosjektet med fersk status, og det gjøres en øvelse for vurdering av prosjektets karakteristika.

Usikkerheter – risiko og muligheter – identifiseres i en idémyldring. Dette er en kreativ prosess som fordrer at man åpner opp for ulike tanker og innspill. Resultatet avhenger av hvor bredt og godt gruppen er sammensatt.

Identifiserte usikkerheter listes i prosjektets risikoregister som binære hendelser. Usikkerhetene (hendelsene) prioriteres basert på kritikalitet, dvs. sannsynlighet multiplisert med konsekvens, og synliggjøres i en risikomatrix.

Usikkerhetene grupperes i usikkerhetsdrivere, dvs. usikkerheter som kan knyttes til samme hovedårsak. For hver usikkerhetsdriver beskrives forutsetninger for styringsbasis og basisestimat, samt optimistisk, mest sannsynlig og pessimistisk scenario.

Hver enkelt kostnadspost (eller aktivitet) i modellen vurderes med trippelanslag dvs. optimistisk, mest sannsynlig og pessimistisk anslag. Tilsvarende gjøres for usikkerhetsdriverne. Her blir de største optimistene og pessimistene i gruppen ofte lyttet til.

Resultatene fra analysen beregnes ved Monte Carlo-simulering med Crystal Ball / Excel. Resultatene fremstilles og kommuniseres i form av en kumulativ sannsynlighetsfordelingskurve (som angir sannsynligheter for ulike kostnadsnivåer) og et tornadodiagram (viser de største usikkerhetselementene). Fordelingskurven med særskilte punkter (forventningsverdi, punkter med moderat og høyt sannsynlighetsnivå, eksempelvis P85-estimat) er utgangspunkt for fastsettelse av prognose, usikkerhetsavsetning, og beslutning av finansieringsrammer.

Tiltak identifiseres, prioriteres og forankres med utgangspunkt i risikomatriksen og tornadodiagrammet; fokus settes på de største risikoene og mulighetene. Tiltak generelt består i å akseptere, redusere, utnytte og overføre usikkerhet. Dette er igjen en kreativ prosess, hvor resultatet avhenger av involveringen av analysegruppa. Det er viktig at tiltaksplanen er tydelig forankret i prosjektledelsen, samt prosjekteier om nødvendig. Det er mange elementer som inngår i valg av og prioritering av tiltak, og må ses i sammenheng med øvrige prosjektstrategier.

Prioriterte tiltak besluttes i prosjektet og følges opp. Effekten av tiltak, restrisiko og behov for ytterligere tiltak vurderes. Usikkerhetsanalysen bør oppdateres jevnlig.

## Agenda usikkerhetsanalysesamling

Usikkerhetsanalysen har blitt gjennomført i godt samarbeid med prosjektet. Figur 21 viser agendaen under analysesamlingen 16.- 18. januar 2023.



Figur 17 Agenda for gruppesamling usikkerhetsanalyse.

## Deltakere usikkerhetsanalysesamling

Usikkerhetsanalysen ble gjennomført med ulike deltakere. Tabellen under viser deltakerlisten for usikkerhetsanalysesamlingen.

Tabell 7 Deltakerliste gruppesamling usikkerhetsanalyse.

Funksjon / kompetanse	Navn	Dag 1	Dag 2	Dag 3
Prosjektleder	Terje Skjeppestad (Kystverket)	Ja	Ja	Ja
Prosjektstyringsleder (fremdrift, kost, omfang)	Torben Tødenes (Kystverket)	Ja	Ja	Ja
Kontraktssingeniør/anskaffelser	Ingve Hølland (Kystverket)	Ja	Ja	Ja
VTS – trafikkstyring / historikk	Jarle Strand (Kystverket)	Ja	Ja	Ja
Anlegg/ tunnel	Per Åge Havnegjerde (Kystverket)	(Teams)	(Teams)	(Teams)
Oppdragsleder prosjekterende Regulering / søknader	Bjørn Arill Hafnor (Multiconsult)	Ja	Ja	Ja
Funksjonsbeskrivelse Geolog/bergmekaniker /fjellsikring	Magni Vestad (Multiconsult)	Ja	Ja	Ja
Skips-/transportfaglig	Leiv Aspelund (Multiconsult)	(Teams)	(Teams)	
Fagressurs anlegg/geologi mm.	Anders Beitnes		(Teams)	(Teams)
Fagressurs anlegg/estimering mm.	Kjell Skjølingstad	Ja	Ja	Ja
Fagressurs konstruksjoner mm.	Morten Bjerkås	Ja	(Teams)	
Fagressurs estimering samferdsel mm.	Erling Graarud	Ja		Ja
Fagressurs anlegg mm.	Rune Landsverk	Ja	Ja	Ja
Team Marstrand	Steinar Nilsen, Kaja Ligård, Charlotte Sørgård	3	3	3

## Vedlegg B – Dokumentunderlag

Tabell 8 Liste over mottatte dokumenter.

Nr.	Dokument	Detaljer
1	Teknisk forprosjekt	Kystverket, 2017
2	Vedlegg C – Kostnadsoverslag, Teknisk forprosjekt	Kystverket, 2017
3	Sentralt styringsdokument for Stad Skipstunnel, versjon 0.1	Kystverket, 2017
4	Vedlegg 2 – Usikkerhetsanalysen, Sentralt styringsdokument for Stad Skipstunnel	Kystverket, 2017
5	Kvalitetssikring (KS2) av Stad Skipstunnel	Atkins, Oslo Economics, 2018
6	Vedlegg 2 Basiskalkyle og estimatusikkerhet, KS2	Atkins, Oslo Economics, 2018
7	Videreutvikling og prosjektoptimalisering Stad Skipstunnel	Concreto, 2019
8	Oppsummering Stad Skipstunnel	SINTEF, 2019
9	Vedlegg E – Beregning av Q-verdier Kjødepollen	
10	Vedlegg F – Beregning av Q-verdier langs borkjerne fra Moldefjorden	
11	Vedlegg G – Sluttrapport kjerneboring	DWT, 2019
12	Sentralt styringsdokument for Stad Skipstunnel, versjon 0.2	Kystverket, 2019
13	Konsept og enhetspriser tunneldrift, Videreutvikling Stad Skipstunnel	Concreto, 2019
14	Kvalitetssikring (KS2+) av Stad Skipstunnel	Atkins, Oslo Economics, 2020
15	Vedlegg 3 – Usikkerhetsanalyse, Kvalitetssikring (KS2+)	Atkins, Oslo Economics, 2020
16	Vedlegg 4 – Notat 1, Kvalitetssikring (KS2+)	Atkins, Oslo Economics, 2020
17	Vedlegg 4 – Kontraktstrategi versjon 2.0, Sentralt styringsdokument for Stad Skipstunnel	Kystverket, 2021
18	Rapport Stad Skipstunnel	Multiconsult, 2022
19	Den nye sjøveien – arbeidsplan	Kystverket, 2022
20	Sentralt styringsdokument for den nye sjøveien – Stad Skipstunnel, rev 02.	Kystverket, 2022
21	Farled Stad Skipstunnel, overordnet fremdrift	Kystverket, 2022
22	Vedlegg 4 – Kontraktstrategi versjon 3.0, Sentralt styringsdokument for Stad Skipstunnel	Kystverket 2022
23	Konkurransgrunnlag Stad Skipstunnel	Multiconsult, 2022
24	Stad Skipstunnel D1.1 Omfang og generell beskrivelse	Multiconsult, 2022
25	Stad Skipstunnel D1.2 Teknisk funksjonsbeskrivelse	Multiconsult, 2022
26	Verdianalyse av Stad Skipstunnel Operasjonelle utfordringer	Concreto, 2022
27	Rapport Stad Skipstunnel inkl. vedlegg	Norconsult, 2022
28	Stad Skipstunnel Designprogram - Statusmøte 3, 29.11.2022	Multiconsult, LINK Arkitektur, 2022
29	Designmanual for Stad Skipstunnel	Multiconsult, LINK Arkitektur, 2023

## Vedlegg C - Deltagelse i møter og workshops

Dette vedlegget omfatter en oversikt over deltagelse i møter og workshops som er gjennomført for å forankre og oppdatere basisestimatet. I tillegg til disse har det også vært gjennomført en rekke oppdragsmøter samt workshops i forbindelse med usikkerhetsanalysen.

Tabellen under viser hvilke ressurser som har bidratt i møter og workshops.

Tabell 9 Ressursliste.

Person	Selskap	Bidrag
Glenn Steenberg	Marstrand AS	Oppdragsansvarlig
Steinar Nilsen	Marstrand AS	Prosessleder og oppdragsleder i 2023
Ove Vassbø	Marstrand AS	Oppdragsleder 2022 (sykemeldt i uke 1 til 4 i 2023) og Anleggskompetanse
Kaja Ligård	Marstrand AS	Analytiker
Charlotte Sørgård	Marstrand AS	Estimator
Terje Skjeppestad	Kystverket	Prosjektleder
Ingve Holland	Kystverket	Kontraktssingeniør
Torben Tødenes	Kystverket	Prosjektcontroller
Per Åge Havnegjerde	Kystverket	Anleggskompetanse
Jarle Norman	Kystverket	VTS – trafikkstyring
Magni Vestad	Multiconsult AS	Prosjekteringsledelse og geologi
Rune Landsverk	Baseline AS	Ekspertressurs, anleggskompetanse og ressursestimat
Anders Beitnes	Beitnes Consulting	Ekspertressurs
Morten Bjerkås	DIMB Consult AS	Ekspertressurs
Kjell Skjølingstad	Energy Consult AS	Ekspertressurs
Olav Sigmund Guldseth	Energy Consult AS	Ekspertressurs
Erling Graarud	ViaNova AS	Ekspertressurs

Tabellen under viser deltakelse i ulike møter og workshops.

Tabell 10 Møteliste med de viktigste møtene.

Møter/ workshop	Deltakere
<p><b>1.12.2022 (6t)</b> Gjennomgang av estimatstrukturen, detaljeringsnivå og endringer fra 2017 til 2020, inkl. tilføring av endringer fra 2020 til 2022.</p>	<p>Glenn Stenberg (deler av møtet), Ove Vassbø, Charlotte Sørgård, Terje Skjeppestad, Torben Tødenes, Ingve Hølland, Per Åge Havnegjerde</p>
<p><b>13.12.22 (2t)</b> Workshop forberedelser: prosjekt, prosess, dokumenter, diskusjon av estimeringsmetode. Ekspertressursene jobbet med forberedelse, oppsummering av forberedelser og diskusjon.</p>	<p>Ove Vassbø, Charlotte Sørgård, Rune Landsverk, Anders Beitnes, Morten Bjerkås, Kjell Skjølingstad, Erling Graarud</p>
<p><b>14.12.22 (8t)</b> Workshop for oppdatering av estimatet med ekspertressurser</p>	<p>Ove Vassbø, Charlotte Sørgård, Rune Landsverk, Anders Beitnes, Morten Bjerkås, Kjell Skjølingstad, Erling Graarud, Olav Sigmund Guldseth, Magni Vestad, Per Åge Havnegjerde</p>
<p><b>15.12.22 (7t)</b> Gjennomgang av oppdatert estimat og tilføring av informasjon på spørsmål fra 14.12.22.</p>	<p>Ove Vassbø, Charlotte Sørgård, Terje Skjeppestad, Torben Tødenes, Ingve Hølland, Per Åge Havnegjerde</p> <p>Steinar Nilsen, Glenn Steenberg (korte deler av møtet)</p>
<p><b>11.1.23 (2t)</b> Møte med Kystverket om oppdatert informasjon i prosjektet, avklaringer etc. som kan påvirke estimatet. Forberedelse til usikkerhetsanalyse.</p>	<p>Terje Skjeppestad, Ingve Holland, Per Åge Havnegjerde, Torben Tødenes, Rune Landsverk, Kjell Skjølingstad, Steinar Nilsen, Charlotte Sørgård,</p>
<p><b>16.1.2.23-18.1.23 Usikkerhetsanalyse</b> Se egen dokumentasjon</p>	<p>Se egen dokumentasjon</p>
<p><b>3.2.23 (2t)</b> Gjennomgang av resultater fra analysen</p>	<p>Glenn Steenberg, Steinar Nilsen, Rune Landsverk, Terje Skjeppestad, Torben Tødenes, Ingve Hølland, Per Åge Havnegjerde, Jarle Strand</p>

## Vedlegg D – Modell med kvantifisering av usikkerhet

Tabell 7 viser kostnadspostene med kvantifisering på usikkerhetsspredning i beste (lav), mest sannsynlige og verste utfall (høy), samt total spredning per kostnadspost. Videre illustrerer tabellen trippelanslagene for usikkerhetsdrivere, samt hvor stor andel av basisestimatet disse virker på.

Tabell 11 Modell med kvantifisering av usikkerhet (mill. kr, ekskl. mva. Q3 2022).

Kostnadsposter	Grunnkalkyle	Basiskostnad	Lav %	Lav	M %	M	Høy %	Høy
1 A Veg i dagen								
2 B Konstruksjoner								
3 C Sprengning (tunnel)								
4 C Masseflytting (tunnel)								
5 C Fjelltunnel øvrig								
6 D Tekniske installasjoner								
7 E Andre tiltak								
8 F Rigg og drift								
9 F Entreprenørens prosjektering								
10 P Byggherrekostnader								
11 Q Grunnerverv								
<b>Basiskost inkl. estimeringsusikkerhet</b>		<b>3 700</b>		<b>3 817</b>				

Usikkerhetsdrivere	Basis	Lav %	Lav	M %	M	Høy %	Høy
U1 Anleggsgjennomføring	3 865	-10 %	-386	0 %	0	25 %	966
U2 Eierstyring og rammebetingelser	3 865	-2 %	-77	0 %	0	7 %	289
U3 Eksterne aktører og interessenter	3 865	-1 %	-39	0 %	0	2 %	77
U4 Lokale forhold	3 865	-10 %	-386	0 %	0	20 %	773
U5 Markedsusikkerhet	3 581	-15 %	-537	0 %	0	15 %	537
U6 Prosjektering og modenhet	3 865	-10 %	-386	0 %	0	10 %	386
U7 Prosjektorganisasjon og ledelse	3 865	-8 %	-309	0 %	0	12 %	464

### Håndtering av påløpte kostnader

Vår analyse av kostnadsestimater omfatter både påløpte og gjenstående investeringskostnader. De påløpte kostnadene er vurdert uten usikkerhet i analysemodellen, og dette er hensyntatt både for kvantifisering av estimatusikkerhet og usikkerhetsdrivere. Tabellen under viser prosjektets påløpte kostnader som inngår i sluttresultatet.

Tabell 12 Prosjektets påløpte kostnader (mill. kr, ekskl. mva., Q3 2022).

Kostnadspost	Påløpt	Gjenstående	Grunnkalkyle (MNOK)
10 P Byggherrekostnader			
11 Q Grunnerverv			
<b>Total</b>			

### Korrelasjon

Når samtlige av elementene i analysen er blitt gitt et trippelanslag, må korrelasjonen mellom de ulike elementene vurderes. Statistisk avhengighet mellom kostnadselementene er hensyntatt i vår analyse ved korrelasjonsmatrise for estimatusikkerhet. Det er ikke lagt inn korrelasjon mellom usikkerhetsdrivere, eller mellom usikkerhetsdrivere og estimatposter. Vi har benyttet en moderat korrelasjonsfaktor på 0,3 og 0,5 mellom estimatposter, ved hjelp av korrelasjonsfunksjonen i Oracle Crystal Ball.



## Vedlegg E – Basisestimat

Tabell 13 Oppdatert basisestimat komplett nivå 1 og nivå 2, kr, ekskl. mva. Q3 2022.

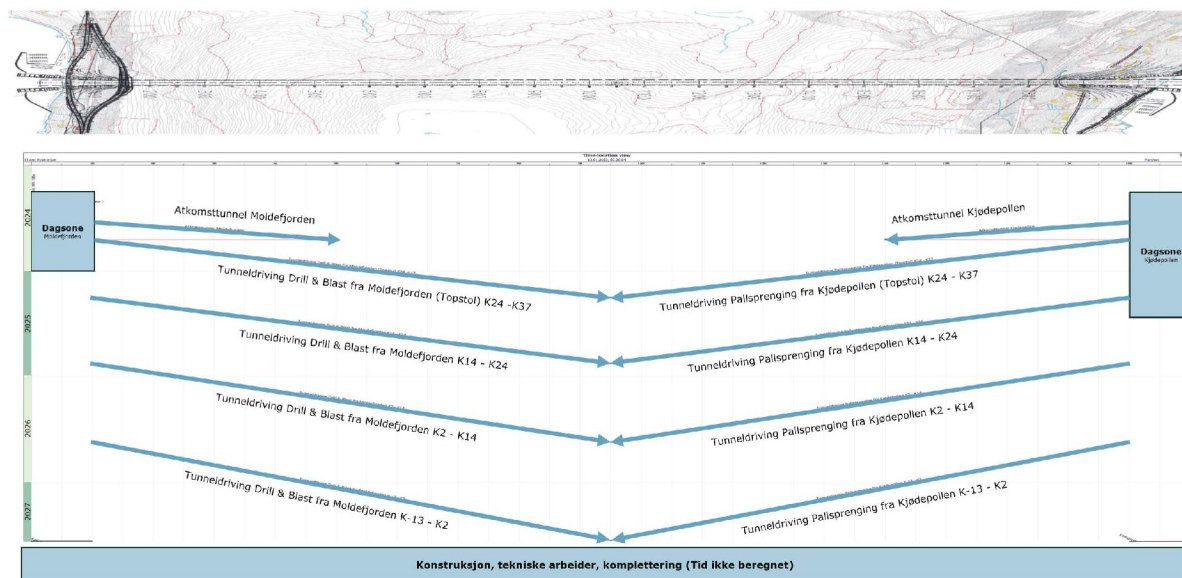
Post	Basis 2023
<b>Totalsum</b>	<b>3 816 650 395</b>
<b>A - VEG I DAGEN</b>	
A1 - Trafikkavvikling	
A2 - Riving og fjerning	
A3 - Sprengning/masseflytting vegskjæring	
A4 - Sprengning/masseflytting forskjæring	
A5 - Wiresaging i forskjæring	
A6 - Sikring vegskjæring i Moldefjord	
A7 - Sikring forskjæring	
A8 - Drenering, stikkrenner, kummer	
A9 - Vegkroppen	
<b>B - KONSTRUKSJONER</b>	
B1 - Bru i Moldefjorden	
B2 - Entringskonstruksjon (begge ender)	
B3 - Ledekonstruksjon	
B4 - Gangbane ink. Taljebane	
B5 - Betongmurer og portplate	
<b>C - FJELLTUNNEL</b>	
C1 - Sprengning	
C1 - Masseflytting	
C2 - Sikring	
C3 - Vann/frostsikring	
C4 - Atkomstunnel	
<b>D - TEKNISKE INSTALLASJONER</b>	
D1 - Strømtilførsel	
D2 - Tekniske rom	
D3 - Føringsveier	
D4 - Datanettverk	
D5 - Styrings- og overvåkingssystem	
D6 - Instrumentering, radar og kameraovervåking	
D7 - Radio - og mobildekning	
D8 - Belysning	
D9 - VTS-installasjoner	
<b>E - ANDRE TILTAK</b>	



E1 - Navigasjonsinfrastruktur		
E2 - Mudring/sprengning Saltasundet		
E3 - Høyspentforbindelse Kjøde/Moldefjorden		
E4 - Diverse forberedende arbeid		
<b>RIGG OG DRIFT</b>		
Rigg og drift A - Veg i dagen (24%)		
Rigg og drift B - Konstruksjoner (20%)		
Rigg og drift C - Fjelltunnel (25%)		
Rigg og drift D - Tekniske Installasjoner (25%)		
Rigg og drift E - Andre tiltak (15%)		
<b>P - BYGGHERREKOSTNADER</b>		
P1 - Prosjektering og oppfølging 8 (rådgiver etc.)		
P2 - Byggeledelse		
P3 - Arkeologisk undersøkelse (påløpte kostnader - utgår)		
P4 - Ekstern KS2 (påløpte kostnader - utgår)		
P5 - Diverse grunnleggende arbeid		
P6 - Kompensasjon for dialogfase		
<b>Q - GRUNNERVERV</b>		
Q1 - Grunnerverv		
<b>PROSJEKTERING ENTREPRENØR</b>		
Prosjektering		
C7 - Forundersøkelser og grunnundersøkelser		

## Vedlegg F – Anleggsgjennomføring (tunneldriving / masseflytting)

Anleggsgjennomføringen som ligger til grunn for ressursestimatet for tunneldriving og masseflytting beskrives nærmere med utgangspunkt i figuren under.



Figur 18. Skråstrekdigram som knytter fremdrift opp mot geografi i gjennomføringen.

### Rigg og Drift

#### Forberedende arbeider

I planen for anleggsgjennomføring som ligger til grunn for kalkylen, er det lagt opp til at det rigges tilstrekkelig og at adkomster, deponier og nødvendig infrastruktur er klargjort, før hovedproduksjon med forskjæringer og tunneldriving settes i gang. Dette for å sikre høy produktivitet som resulterer i lavere timeforbruk og derav lavere priser.

#### Dagsoner (begge sider)

**Fase 1** - Bygging av anleggsveger og omlegging av eksisterende veier og infrastruktur

**Fase 2** – Uttak av forskjæringer og etablering av entringsområde

#### Vegetasjonsavtak

Det er lagt opp til at vegetasjonsmasser sideflyttes og/eller lagres i lokale mellomlager. Det er lagt inn en produksjon på 80lm<sup>3</sup>/time, med graver som styrende ressurs

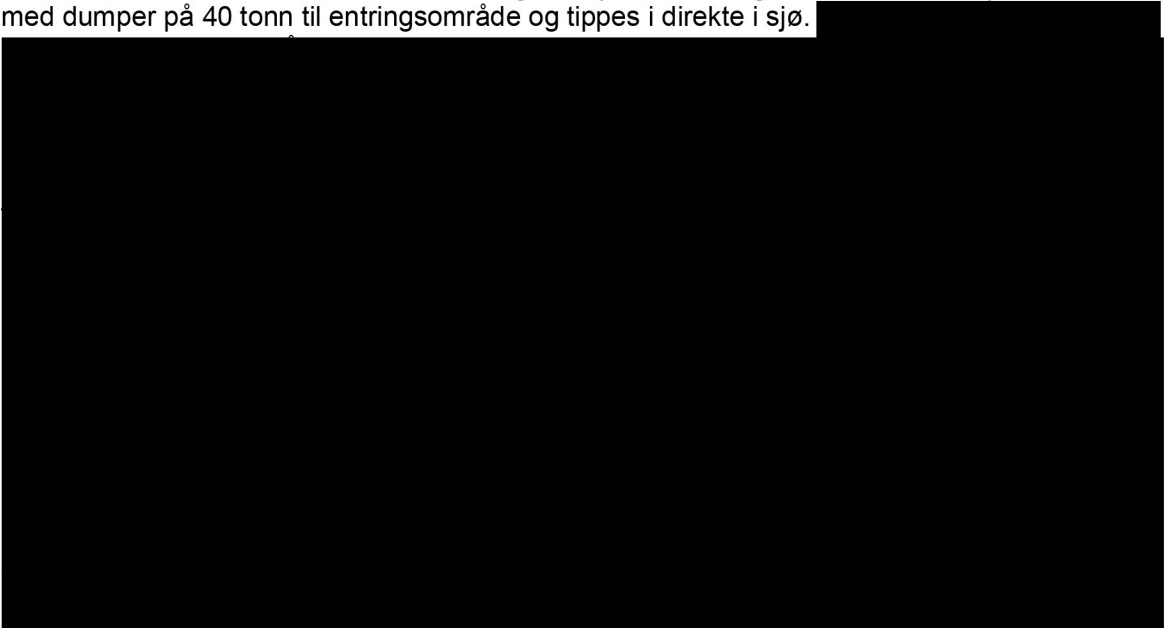
#### Jordmasser

Det er forutsatt at massene lastes ut med graver på 50 tonn og at massene transporteres ut av anlegget 5 km til eksternt deponi, og det er lagt inn kostnader for tippavgift.



### **Fjellskjæring**

Det er forutsatt at massene lastes ut med graver på 50 tonn og at massene transporteres med dumper på 40 tonn til entringsområde og tippes i direkte i sjø.




### **Tunnel, sprenging og utkjøring av stein til munning/entringsområde**

#### **Toppstoll**



#### **Sidestross og 1. pallnivå samt Pallsprengning høyde 10 - 15 m**

Det er lagt inn en kombinasjon av pallrigger og tunnelrigg på øverste pall med sidestross og pallrigger på resterende pallsprenging.





## **Transport av masser fra tunnelmunning/entringsområdet til permanent deponi**

### **Stein fra stuff til fylling i entringsområde**

Det er tatt utgangspunkt i at massene kjøres direkte fra stuff til fylling i vann.

### **Stein fra munning til Deponi Næringsområde på Lesto og Kjøde**

Det er tatt utgangspunkt i at massene omlastes ved entringsområde og transporteres med lastebil til næringsområde. I dag er det forutsatt at kystverket holder alle kostnader med opparbeidelse av deponiene på næringsområdene.

### **Stein fra munning til mottak av stein på Måløy og Leikanger**

Det er forutsatt at massene transporteres på sandbåt med kapasitet på 2400tonn 1,5-2lass per dag. Kostnadene inkluderer opplasting på båt og transport. Mottaker holder kostnader for å frakte massene fra mottak ved kai til permanent sted.

## Vedlegg G – Detaljert beskrivelse av estimatposter

### 6.1.1 PNS hoveddel A - Vei i dagen

#### 6.1.1.1 *Beskrivelse av omfang / løsninger for Scope og mengder.*

##### A1 – Trafikkavvikling

- Hovedmengdene er tilnærmet uendret fra forprosjektet.

##### A2 - Riving og fjerning

- Hovedmengdene er tilnærmet uendret fra forprosjektet.

##### A3 - Sprengning/masseflytting vegskjæring

- Hovedmengdene er tilnærmet uendret fra forprosjektet.
- Vegetasjonshåndtering lagt til.
- Mengdene fra 3d modellen for uttak av teoretiske masser virker til å være av lav kvalitet.

##### A4 - Sprengning/masseflytting forskjæring

- Hovedmengdene er tilnærmet uendret fra forprosjektet.
- Vegetasjonshåndtering lagt til.
- Mengdene fra 3d modellen for uttak av teoretiske masser virker til å være av lav kvalitet.

##### A5 - Wiresaging i forskjæring

- Vedtatt endret løsning til sømboring
- Nye mengder estimert for løsning av sømboring

##### A6 - Sikring vegskjæring i Moldefjord

- Hovedmengdene er tilnærmet uendret fra forprosjektet
- Tillagt ny post for sikring/ støttetiltak på vei ved Kjøde
- Spylereusk av skjæring tillagt

##### A7 - Sikring forskjæring

- Hovedmengdene er tilnærmet uendret fra forprosjektet
- Mengdeomfanget virker usikkert, da det ikke foreligger geoteknisk rapport som beskriver fjellets beskaffenhet og slepperetninger.

##### A8 - Drenering, stikkrenner, kummer

- Tillagt avskjærende grøfter for bekker og overvann
- Tillagt et større vann og avløpstiltak for eksisterende infrastruktur
- Tillagt vannledning igjennom tunnel

##### A9 – Vegkroppen

- Hovedmengdene er tilnærmet uendret fra forprosjektet
- Lagt til støttemurer, natursteinsmur og arrondering av grøntområder
- Lagt til at fylkesvei bygges om over 200meter

##### A10 - Rigg og drift

- Rigg og Drift er beregnet spesifikt for å kontrollere prosentetsats

### 6.1.1.2 **Estimeringsmetodikk og referansepriser**

- Ressurskalkyle, samt erfarings enhets priser fra tidsnære og lignende prosjekter

### 6.1.1.3 **Anbefalinger**

- PNS
  - PNS er sammenslått for Kjødepollen og Moldefjorden. Det gjør det noe vanskelig å foreta logiske kontroller av mengder og prosessbruk, samt styring av kostnader og tid ved utførelse av kontraktsarbeidene.
  - Det foreslås at PNS brytes ned til stedkoder for arbeider på Kjødepollen og Moldefjorden (hver side av tunnelen)
- Grunnforhold
  - Generelt bør det gjøres en bedre kartlegging av:
    - Kulturminner
    - Forurensede masser
    - Kartlegging og klassifisering av jord og bergarter
    - Vurdering av løsmassetykkelse
    - Masseutskifting
- Modellgrunnlag
  - Dagens modell bør være mulig å hente mengde data ut ifra. Prosjektet har ikke gitt oss tilgang til modellen så langt, da det antydes at prosjekteringen ikke har kommet langt nok. Det anbefales at det utføres en kontroll av dagens modell for å vurdere omfanget av en hvor stor jobb er med å lage bedre dokumentasjons underlag for mengder.
- Masseflytting
  - Det vurderes at mengdegrunnlaget i kapittel A3 og A4 er usikkert. Det bør beregnes mengder etter tradisjonell VIPS beregning (tverrprofilmetoden). For å utføre det er det nødvendig med innmåling av topp terreng og utarbeidelse av teoretisk fjellflate og eventuelle masseutskiftninger. Dette gjelder spesielt på uttak av forskjæringer og fyllinger i vann. Fyllingene i vann er også viktig at er beregnet korrekt for massehåndteringen i kapittel C (steinmasser fra tunell til fylling i entringsområde)
- Fjellsikring
  - Det anbefales at mengdene bør vurderes opp mot fjellets beskaffenhet og antatte sleppe retning. Mengder bør kontrolleres mot en totalberegning av forskjæringenes overflate areal og en vurdering av et systematisk boltemønster, for å kunne vurdere om sikringsomfanget i gjeldende beskrivelse er lavt eller høyt.
- Rassikring av løsmasser på toppskjæring over portal
  - Det ser ut til å ligge store mengder løsmasse over portalene og terrenget er bratt. Det er derfor en stor risiko for at omfanget av sikring og gravearbeidene kan bli større enn antatt. Det anbefales at rassikring vurderes nærmere for å få kontroll på risikoen.
- Fremdrift

- Det vurderes at forskjæringene er på kritisk linje i prosjektet. Det anbefales tiltak for å redusere risikoen for tids og kostnads konsekvenser ved uforutsette hendelser/endringer i forskjæringene:
  - Utføre forskjæringene før oppstart av tunnel (sikreste alternativ)
    - Vurdere egen entreprise.
    - Utføre forskjæringene og sikre kontroll på fyllingsvolum i entringsområde, før oppstart av tunnel.
  - Adkomsttunnel (Priset i Kapittel C)
    - Kommer raskere i gang med tunneldrivingen og gir en kortere byggetid.
    - Frigjør driften av forskjæringene fra tunneldrivingen.

## 6.1.2 PNS hoveddel B – Konstruksjoner

### 6.1.2.1 *Beskrivelse av omfang / løsninger for Scope og mengder.*

B1 - Bru i Moldefjorden

- Nytt konstruksjonskonsept
- Beregnet totale meter bru, som grunnlag for postmengde.

B2 - Entringskonstruksjon (begge ender)

- Nytt konstruksjonskonsept
- Beregnet totalt antall m2 med ledekonstruksjon, som grunnlag for postmengde.
- Beregnet antall meter med fendere, som grunnlag for postmengde.

B3 – Ledekonstruksjon

- Beregnet totalt antall meter med ledekonstruksjon, som grunnlag for postmengde.
- Beregnet antall meter med fendere, som grunnlag for postmengde.

B4 - Gangbane inkl. Taljebane

- Utgår

B5 - Betongmurer og portplate

- Det er estimert nye mengder, da det kun var inkludert mengder på den ene portalen
  - Det finnes ingen tegninger av konstruksjonen og det er derfor knyttet noe usikkerhet til mengdene.

### 6.1.2.2 *Estimeringsmetodikk og referansepriser*

B1 - Bru i Moldefjorden

- Benyttet m2-priser relevant for den valgte brutypen og veiklassen.

B2 - Entringskonstruksjon (begge ender)

- Priser for komplett utrustet kaikonstruksjon er benyttet. Separat pris på fendere inkl innfestinger.

B3 – Ledekonstruksjon

- Priser for kai benyttet som over. Enhetspris bør økes med 50% fordi konstruksjonen er kort i retning av belastning

B4 - Gangbane inkl. Taljebane

- Utgår

B5 - Betongmurer og portplate

- Benyttet enhets priser fra tilsvarende betongarbeider

### **6.1.2.3      *Anbefalinger om videreutvikling***

#### B1 - Bru i Moldefjorden

- Flere mulige løsninger for denne brua og det bør åpnes opp for optimalisering av geometri og materialbruk fra ENT.
- Usikkerhet knyttet til materialkostnader, i liten grad usikkerhet på mengder. Det bør defineres krav på grensesnittene mot tunnelåpningen.

#### B2 - Entringskonstruksjon (begge ender)

- Last fra skipsstøt var ikke satt ved tidspunkt for prising. Dette gjør at prisen er svært usikker. Store laster på relativt begrenset areal kan komplisere denne konstruksjonen vesentlig. Det finnes få referanser på slike konstruksjoner og hvordan dette endelig vil bli utformet og bygget vet vi ikke. BH bør prosjektere en byggbar løsning fullt ut for entringskonstruksjonene. Dette vil redusere usikkerhet for ENT betydelig. Innenfor kontraktens tidsrammer er lite å hente på å be ENT velge løsning på egen hånd.

#### B3 – Ledekonstruksjon

- Ledekonstruksjonen skal fylle flere funksjoner. Hvordan skipene vil påvirke og belaste er ikke satt. Kravene til bredde er uklare, men sannsynlig satt basert på nødvendig kjørebredde for beredskapskjøretøyer. Usikkerheten her er noe mindre enn på entringskonstruksjonene gitt at lastene benyttet i tekniskforprosjekt er realistiske. Øker støtlastene betydelig vil økt bredde for større kraftopptak måtte vurderes. Dette er vurdert som mindre sannsynlig, men bør ikke utelukkes.

## **6.1.3    PNS hoveddel C – Fjelltunnel sprengning**

### **6.1.3.1      *Beskrivelse av omfang / løsninger for Scope og mengder.***

#### C1 - Sprengning/masseflytting

- Sprenging
  - Mengder er kontrollert ved beregning av m2 tverrsnitt og løpemeter tunnel, med teoretisk utvidelse.
  - Det er estimert mengde på tillegg for halve og delte salver i angitte svakhetssoner.
  - Det er lagt inn egen post for konturboring.
  - Det er forutsatt normale driveforhold i tunnelen.

### **6.1.3.2      *Estimeringsmetodikk og forutsetninger***

- Sprenging er kalkulert med erfaringspriser for sprenging av tunnel og pallsprenging

### **6.1.3.3      *Anbefalinger om videreutvikling***

- Grunnforhold
  - Generelt bør det gjøres en bedre kartlegging av:
    - Håndtering av forurensede masser
    - Kartlegging og klassifisering av bergarter
    - Vurdering av borsynk og bor slitasje
    - Vurdering av slepperetninger
    - Vurdering av vanninntrenging
- Dersom fjellforholdene skulle bli annerledes en antatt enten ved større vanninntrenging, svakhet soner eller redusert borsynk, så vil det kunne medføre store ekstrakostnader utover det som er estimert i dagens basis.



## 6.1.4 PNS hoveddel C – Fjelltunnel masseflytting

### 6.1.4.1 *Beskrivelse av omfang / løsninger for Scope og mengder.*

- Masseflytting
  - Det er lagt til egen post for transport av masser fra stuff til portal/entringsområde
  - Det er lagt inn 3 poster på hver side med transport av masser til
    - Entringsområde (på hver side av tunnel) - Dumper transport
    - Næringsområde Kjøde og Lesto (på hver side av tunnel) - Lastebiltransport
    - Næringsområde på Måløy og Leikanger (på hver side av tunnel) - Leker transport

### 6.1.4.2 *Estimeringsmetodikk og forutsetninger*

- Masseflyttingen er ressurskalkulert

### 6.1.4.3 *Anbefalinger om videreutvikling*

#### **Masseflytting**

##### **Entringsområde**

Det vurderes som usikkert om alle massene tenkt fylt i entringsområde vil få plass der. Det vil medføre en kostnadskosekvens, dersom massene som er tenkt brukt i entringsområde må kjøres til andre deponier, enten via leker eller lastebil transport.

Det bør beregnes mengder etter tradisjonell VIPS beregning (tverrprofilmetoden). For å utføre en slik beregning er det nødvendig med innmåling av topp terreng på havbunn, samt vurdering av stabilitet og eventuelle masseutskiftninger under fyllingene.

##### **Transport av masser på leker**

Det bør være mulig å optimalisere kostnaden ved at enten byggherre eller entreprenør leaser eller kjøper inn leker eller båt for anleggsperioden, istedenfor å basere seg på innleiepriser. Dagens markedsnivå på lekertransport virker svært høyt, mulig man også bør gå breiere ut på prisforespørsler. Per i dag er det forespurt to leverandører om pris referanse.

## 6.1.5 PNS hoveddel C – Fjelltunnel øvrig

### 6.1.5.1 *Beskrivelse av omfang / løsninger for Scope og mengder.*

#### C2 – Sikring

- Hovedmengdene er tilnærmet uendret fra forprosjektet
- Det er lagt inn ny post for systematisk bloting
- Det er lagt til egne poster for forinjeksjon og midlertidig sikring av stuff

#### C3 - Vann/frostsikring

- Det er lagt inn PE-skum i deler av hvelvet (30% for å dekke funksjonskrav)
- Det er lagt inn sporadisk sikring av vegger
- Det er lagt inn Betonggesims som PE-skummet skal festets i
- Det er lagt inn isnett på vegger

- Generelt vurderes omfang i post og mengdegrunnlag til å være usikkert bla. grunnet at det er vanskelig å anslå omfanget av vanninntrenging.

#### C4 – Atkomsttunnel

- Det er lagt inn estimert antall meter med adkomsttunneler
- Rund summer for forarbeid, sikring og portal

### **6.1.5.2 Estimeringsmetodikk**

#### C2 – Sikring

- Sikring er kalkulert med erfaringspriser for sikring av tunnel

#### C3 - Vann/frostsikring

- Vann og frostsikring er kalkulert med erfaringspriser for vann og frostsikring av tunnel

#### C4 – Atkomsttunnel

- Atkomsttunnel er kalkulert med løpemeters priser for tunnel

#### C7 – Forundersøkelser

- Det er lagt inn nye poster for forundersøkelser (kjerneboring av hele tunnelen)
- Ny post for Grunnundersøkelser
- Ny post for Miljøundersøkelser
- Ny post for Geologisk rapport (Komplett)

## **6.1.6 PNS hoveddel D – Tekniske installasjoner**

### **6.1.6.1 Beskrivelse av omfang / løsninger for Scope og mengder.**

Hovedmengdene er tilnærmet uendret fra forprosjektet

### **6.1.6.2 Estimeringsmetodikk og forutsetninger**

Enhetsprisene er indeksregulert fra forprosjekt. Det er enkelte økte enhetspriser, særlig på D2. Ellers så er det lagt til noe mer uspesifisert. Er også ekstra nødtelefon og styringskap på begge sider av tunnelen ser det ut til. Dette gjør at det til sammen går noe opp.

## **6.1.7 PNS hoveddel E – Andre tiltak**

### **6.1.7.1 Beskrivelse av omfang / løsninger for Scope og mengder.**

#### E1 – Navigasjonsinfrastruktur

- Hovedmengdene er uendret fra forprosjektet

#### E2 - Mudring/sprengning Saltasundet

- Hovedmengdene er uendret fra forprosjektet

#### E3 - Høyspentforbindelse Kjøde/Moldefjorden

- Det er kartlagt at det må legges ny kraftlinje for å dekke behovet for strøm. Slik vi vurderer det nå er prosjektet avhengig av en strømtilførsel på ca. 2,1MW i begge ender av tunnelen. Det må etableres høyspentforbindelse for å fordele eksisterende kapasitet.

E4 - Diverse forberedende arbeid

- Det er satt av en kostnad til diverse forberedende arbeider, som ikke er kartlagt i detalj.

#### **6.1.7.2 Estimeringsmetodikk**

E1 – Navigasjonsinfrastruktur

- Priser fra kystverket internt

E2 - Mudring/sprengning Saltasundet

- Erfarings priser fra tilsvarende arbeider

E3 - Høyspentforbindelse Kjøde/Moldefjorden

- Erfarings priser fra tilsvarende arbeider

E4 - Diverse forberedende arbeid

- Det er satt av en kostnad til diverse forberedende arbeider som ikke er kartlagt i detalj

#### **6.1.7.3 Anbefalinger**

E1 – Navigasjonsinfrastruktur

E2 - Mudring/sprengning Saltasundet (omfanget skal utføres av totalentreprenøren)

E3 - Høyspentforbindelse Kjøde/Moldefjorden

- Arbeidene bør være klare før kontraktsarbeidene til entreprenør skal settes i gang. Tunellrigg og mye annet utstyr er avhengige av strøm for å kunne produsere.

### **6.1.8 PNS hoveddel F – Rigg og drift**

#### **6.1.8.1 Beskrivelse av omfang / løsninger for Scope og mengder.**

- Kapittel A er detaljert opp for å vurdere spesifikk størrelse på rigg og drift
- Resterende kapitlet vurderes som en prosentsats av totale direkte kostnader

#### **6.1.8.2 Estimeringsmetodikk**

- Det er estimert en spesifikk rigg og driftskostnad for kapittel A, for å kontrollere prosentsatsen som er satt i forprosjektet.
- Påslaget for rigg og driftskostnader i prosjektet settes til:
  - Kapittel A – Veg i dagen: 24% av direkte kostnader
  - Kapittel B – Konstruksjoner: 20% av direkte kostnader
  - Kapittel C – Fjelltunnel: 25% av direkte kostnader
  - Kapittel D – Tekniske installasjoner: 25% av direkte kostnader
  - Kapittel E – Andre tiltak: 15% av direkte kostnader, foruten E1 - Navigasjonsinfrastruktur

#### **6.1.8.3 Anbefalinger**

- Dersom det utføres en komplett ressurskalkyle av hele prosjektet, vil man kunne beregne faktisk prosentsats mer nøyaktig.

## 6.1.9 PNS hoveddel F – Entreprenørens prosjektering

### 6.1.9.1 *Beskrivelse av omfang / løsninger for Scope og mengder.*

- Det er utarbeidet et eget kapittel for entreprenørens prosjektering, som tidligere lå under byggherrekostnader i kapittel P

### 6.1.9.2 *Estimeringsmetodikk*

- Prisen bestemmes ut ifra en prosentsats på F1 og gjennom diskutering i ekspertgruppa på F2
- Satsen i F1 er vurdert ut ifra erfart «bransje standard» i større total entrepriser i anleggsprosjekter.
- 6% av de direkte kostnadene i prosjektet samt rigg og drift

### 6.1.9.3 *Anbefalinger*

For entreprenørens prosjektering i totalentrepriser foreligger ikke mye lett tilgjengelige referansetall. Erfaringer i gruppen tilsa et spenn mellom 3% og 6% påslag, der lavt påslag gjaldt store masseflyttings- og tunnelarbeider, og høyt påslag gjaldt komplekse arbeider og bruer med mye prosjektering/detaljer. I utgangspunktet er Stad-tunnelen et prosjekt med store masseflyttings- og «grovarbeider» som skulle tilsi et «lavt» prosentpåslag. På den annen side overlates her løsningsutvikling (og risiko) til entreprenør, - noe som vil øke innsatsen på prosjekteringsiden.

Det er flere aktører som har vært inne i prosjektet og gjort ulike leveranser. Det blir viktig å samle inn all denne informasjonen om det som er gjort på en strukturert og oversiktlig måte, slik at man ikke trenger å «utrede/designe» elementer som andre har gjort tidligere i prosjektet.

## 6.1.10 PNS hoveddel P – Byggherrekostnader

### 6.1.10.1 *Beskrivelse av omfang / løsninger for Scope og mengder.*

P1 - Prosjektering og oppfølging 8 (rådgiver etc.)  
P2 - Byggeledelse  
P3 - Arkeologisk undersøkelse (påløpte kostnader - utgår)  
P4 - Ekstern KS2 (påløpte kostnader - utgår)  
P5 - Diverse grunnleggende arbeid  
P7 - Systematisk ferdigstilling og overtakelse  
P6 - Kompensasjon for dialogfase

- Det er nå vurdert en total kostnad for alle kapittel

### 6.1.10.2 *Estimeringsmetodikk*

Gjeldende kontraktstrategi er totalentreprise, der entreprenøren skal ta ansvar for løsningsutvikling og prosjektering. Det synes også som Kystverket satser på en slank byggherreorganisasjon. Ovenstående medfører at byggherrens egen prosjektering blir begrenset, i hovedsak til utarbeidelse av konkurransegrunnlag, evaluering og generell teknisk bistand. På en utførelsesentreprise for et normalt veiprosjekt med noe kompleksitet ville vi antatt et prosentpåslag på 8-10% (prosjektering) + 10-12% (P- og B-ledelse), men

med de ovenstående forutsetninger velger vi her 10% påslag av direkte kostnader og rigg og drift.

### **6.1.10.3    *Anbefalinger***

- Det anbefales at byggherren utarbeider en periodisert ressursplan for sine arbeider, som prises spesifikt.

## **6.1.11 PNS hoveddel Q – Grunnerverv**

Endringen kommer av oppdatert informasjon om sakene.

### **6.1.11.1    *Beskrivelse av omfang / løsninger for Scope og mengder.***

- Med bakgrunn i allerede påløpt kostnad på grunnerverv, er det satt et totalbeløp i kapitlet basert på det som gjenstår av saksbehandling. Inkludert her er også konsulent- og advokathonorar. I tillegg er det lagt til en post for hus som kanskje må kjøpes ut, men som enda er noe usikker.

### **6.1.11.2    *Estimeringsmetodikk***

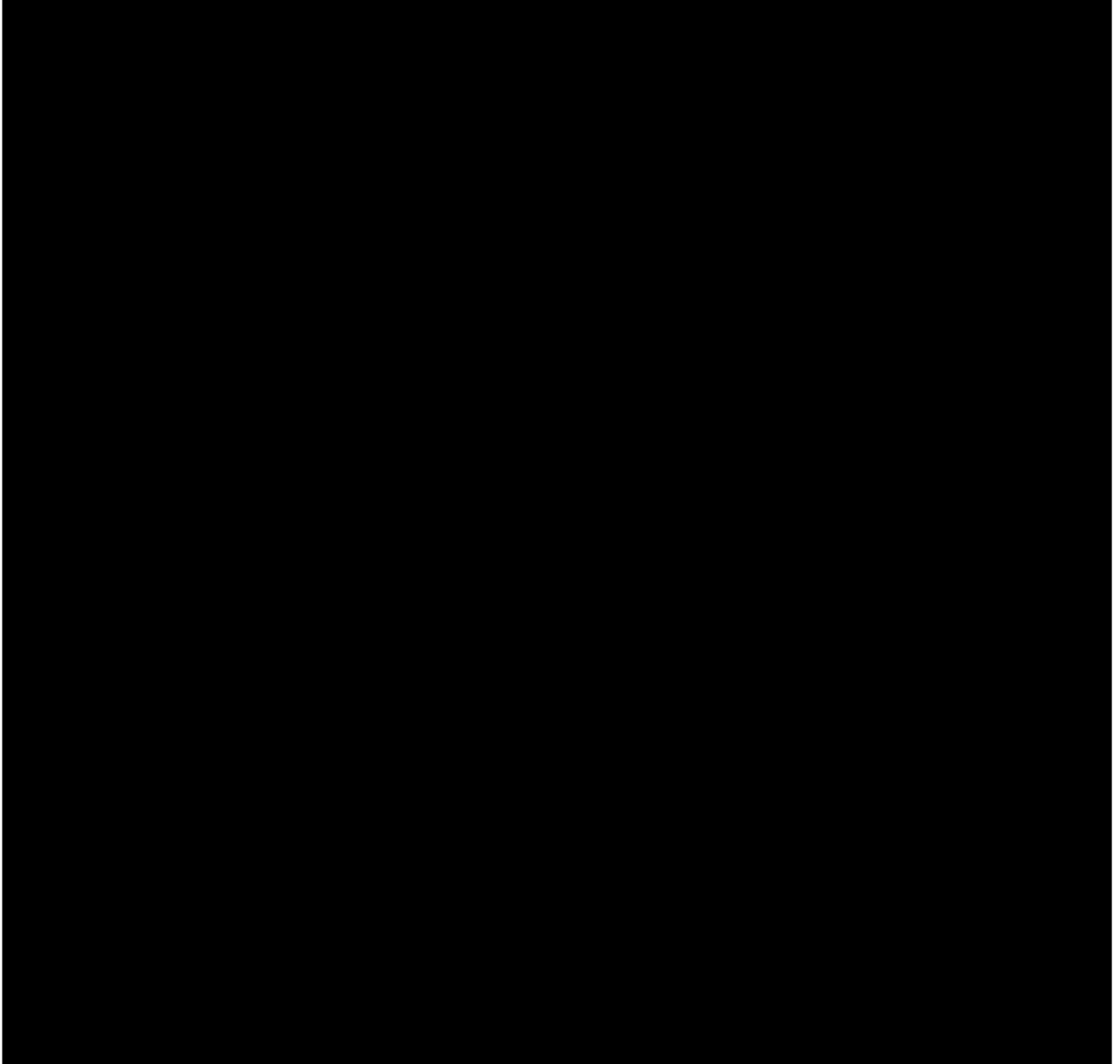
- Kostnadene baserer seg på en andel av påløpte kostnader og en andel gjenstående kostnader som er under avklaring med grunneiere. Inkludert her er også advokat- og konsulentonorar.

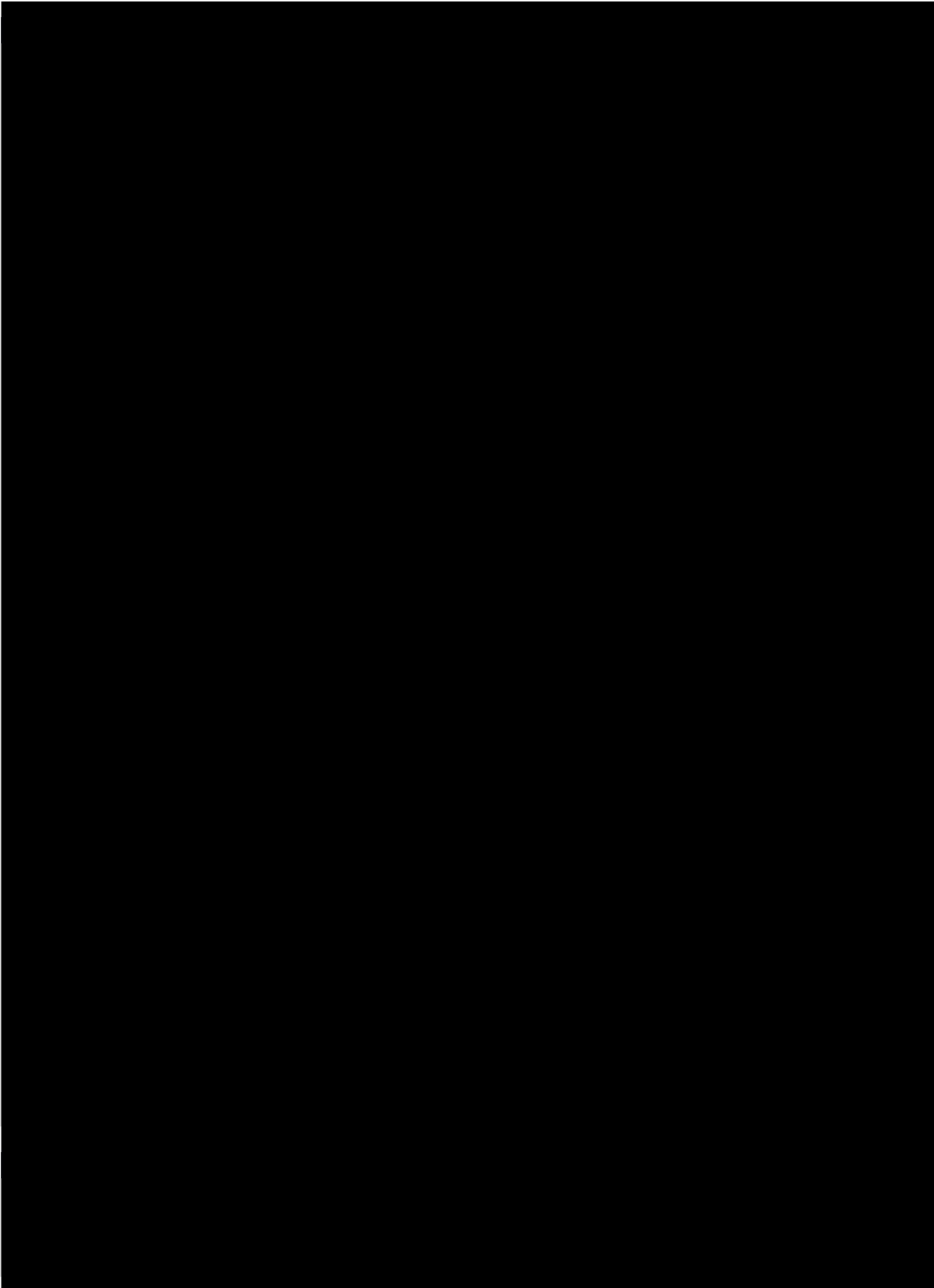
## **6.1.12 Forslag til optimaliseringer av kostnad generelt**

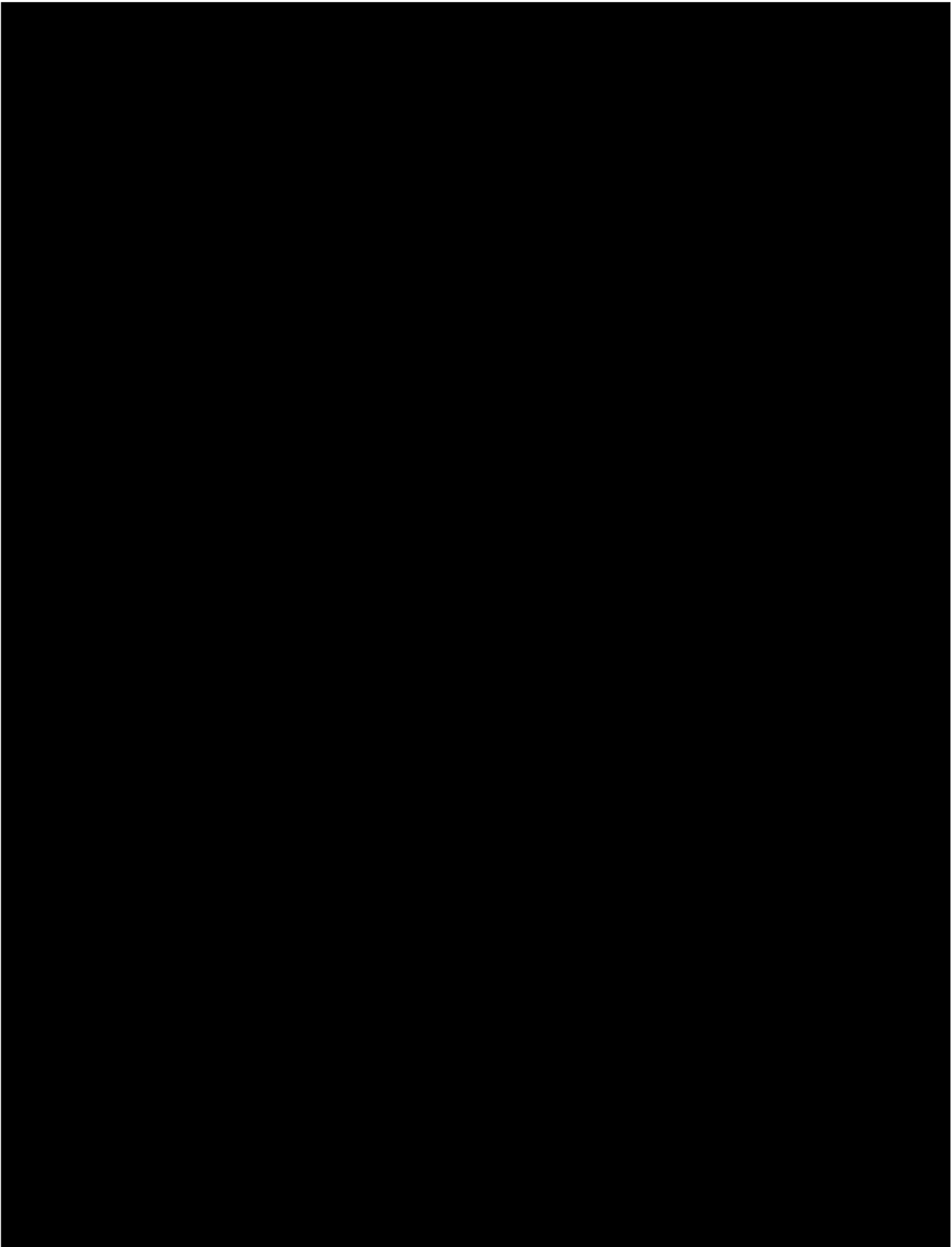
- Forprosjektering
  - Grunnundersøkelser sammenstilles i en felles rapport
    - **Dagsone**
      - Kulturminner
      - Forurensede masser
      - Kartlegging og klassifisering av jord og bergarter
      - Vurdering av løsmassetykkelse
      - Masseutskifting
    - **Tunnel**
      - Håndtering av forurensede masser
      - Kartlegging og klassifisering av bergarter
      - Vurdering av borsynk og bor slitasje
      - Vurdering av slepperetninger
      - Vurdering av vanninntrenging
  - Forprosjektering av konstruksjoner i tunnel
  - Generell mengdeberegning bør utføres og mengdegrunnlag oppdateres
- Priser
  - Vurdere egen entreprise på forskjæringer
  - Det bør hentes inn flere priser på lekter og båttransport, evt. vurdere innkjøp av båt og eller lekter i prosjektet
  - Vurdere salg av stein til prosjekter i Europa, som har behov for stein.
  - Vurdere å regulere plassering av stein direkte i entringsområder
  - Ressursestimere hele prosjektet etter at alle mengder er kontrollert og gjennomgått

## Vedlegg H – Estimatposter i usikkerhetsanalysen

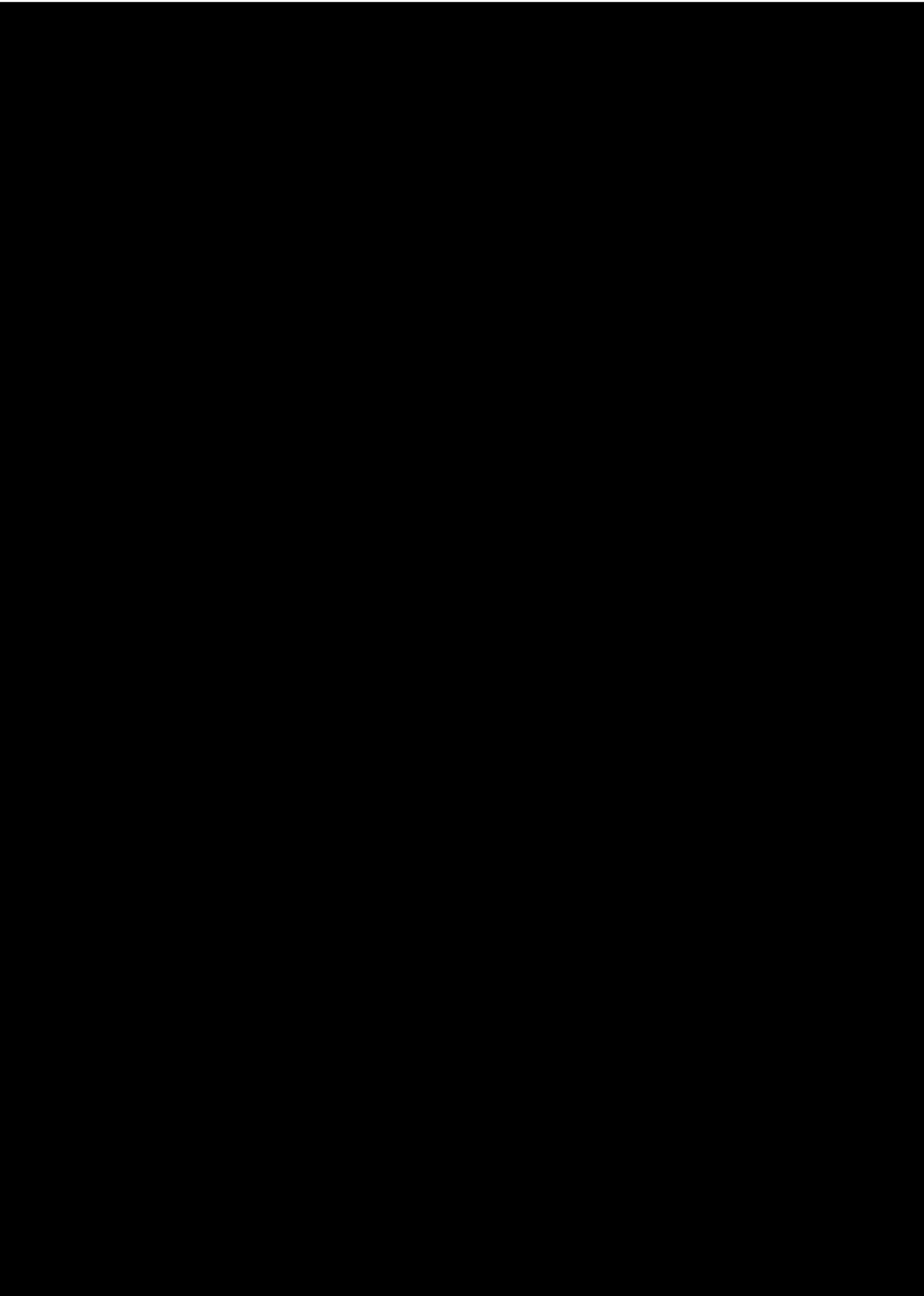
Estimatusikkerheten representerer generell pris- og mengdeusikkerhet i de definerte kostnadspostene i prosjektets basisestimat. De ulike postene som utgjør basisestimatet blir vurdert gjennom et trippelanslag (optimistisk, mest sannsynlig og pessimistisk verdi).

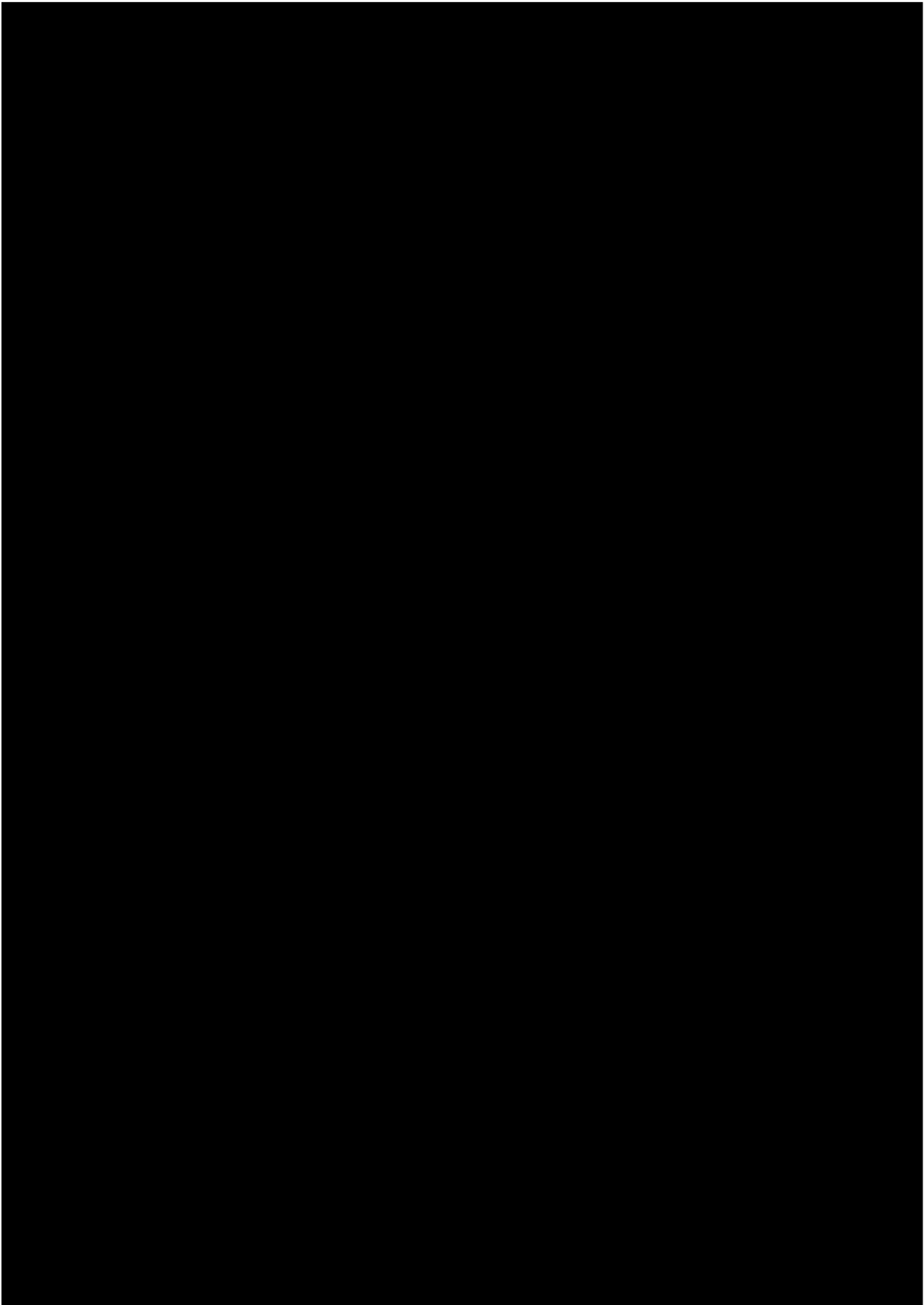


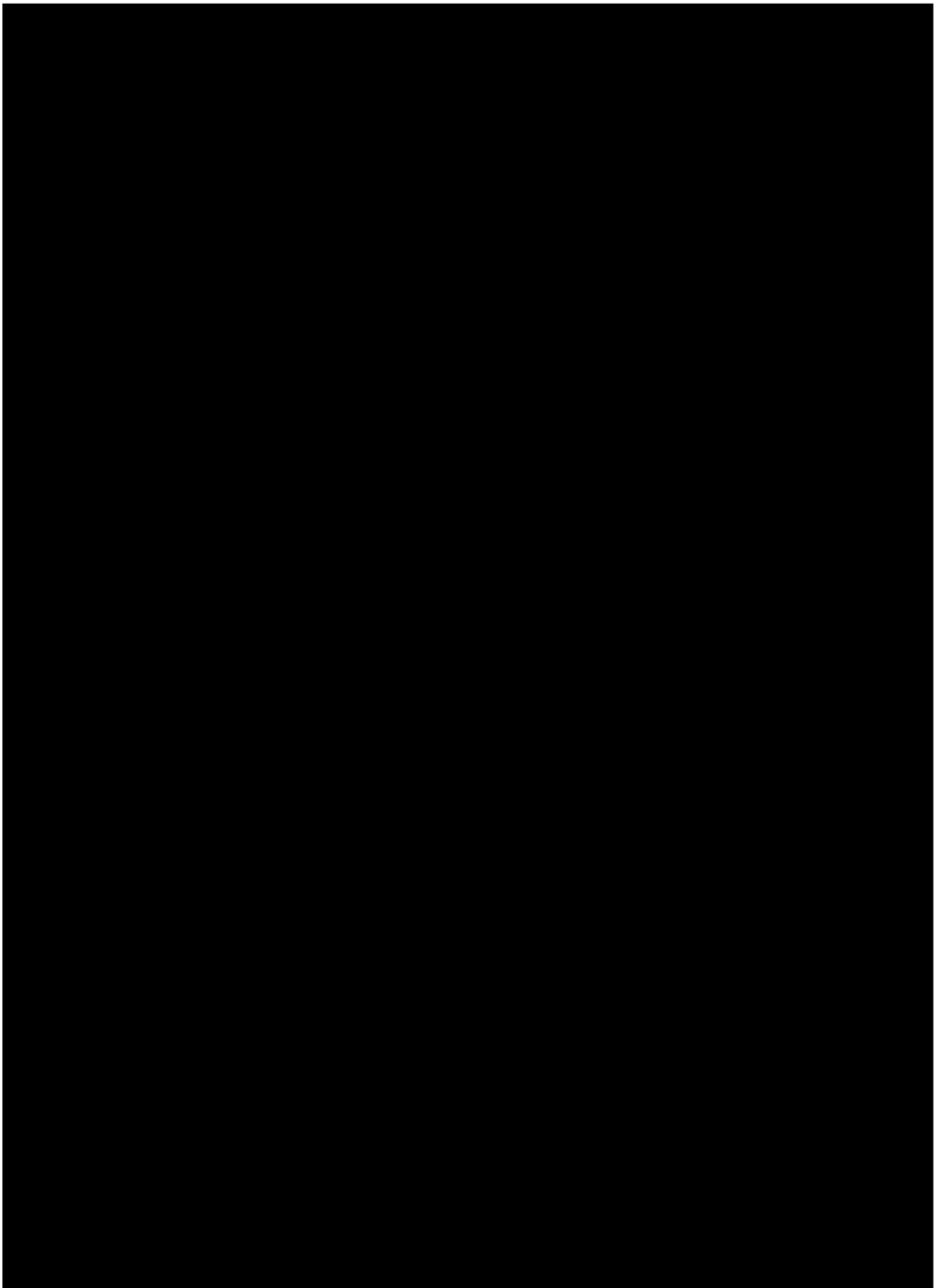


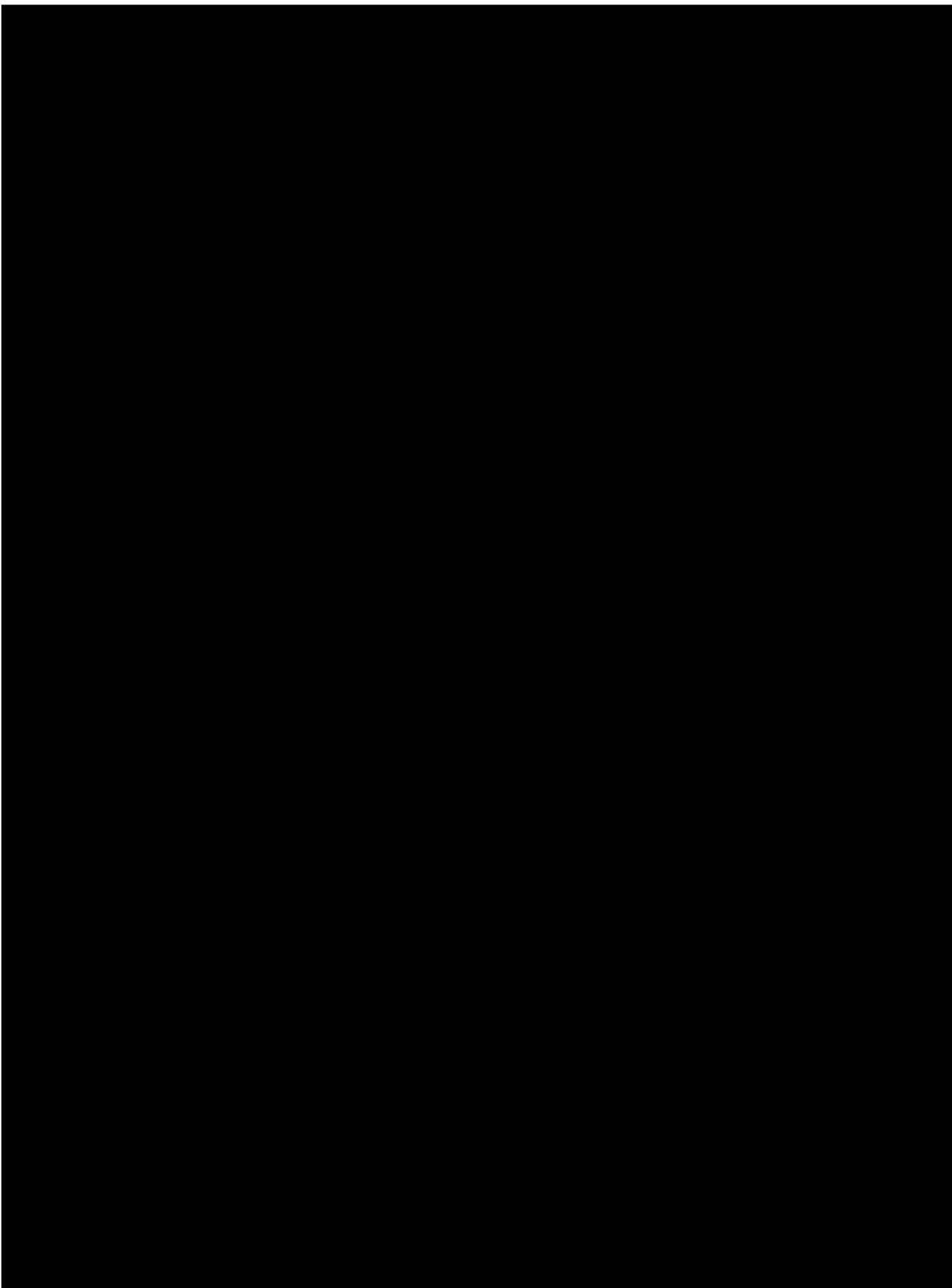














## Vedlegg I – Usikkerhetsdrivere

Forhold som er felles for flere eller alle postene trekkes ut som egne usikkerhetsdrivere som regnes som et prosentpåslag av postene det gjelder. Alle tall i MNOK.

U1 Anleggsgjennomføring		
Beskrivelse	Usikkerhetsdriveren uttrykker entreprenørens gjennomføringsevne og egnethet, effektivt driftsopplegg, produktivitet og logistikk, forhold knyttet til SHA, tilkomst til anlegg, koordinering mellom kontrakter.	
Forutsetninger	Nok strøm til anlegget klart fra start. Nødvendige anleggsveier og arealer ferdig godkjent regulert. Antar kontrahert normalt dyktig entreprenør, med realistiske gjennomføringsplaner. Basisestimatet inkluderer ikke særskilte risikopåslag for totalentreprenør. Normal koordinering av underentreprenører. Kontraktsform er totalentreprise med forhandling.	
Virker på	Hele prosjektkostnaden <span style="float: right;">3 817</span>	
Usikkerheter		
Massedisponering - identifisere gode løsninger/alternativer. Grensesnitt/premiss til andre løsninger for gjennomføring.		
Gjennomføringsplan - planen for prosjektet må holdes med gode logistikkløsninger i alle ledd.		
Tilgjengelighet av riggareal. Lite riggareal i oppstart av prosjekt som kan påvirke produktiviteten. Kan vurdere forberedende arbeider for å spare tid.		
Tilkomst for tunneldriving. Utarbeider muligheter for utbygging. Dette er muligheter som kan bli lagt til grunn.		
Etterarbeid på grunn av store dimensjoner. Logistikk for å løse alt underveis, usikkerhet om driftsopplegget. Må være klar over alt, og det kreves planlegging		
Logistikkplan - for gjeldende masser, innkjøp, utvikling etc. Dette må nedføres i en plan og den må oppdateres kontinuerlig ned på alle nivåer, hvis ikke kan det bli store avvik. Kvalifiseringskrav i konkurransegrunnlaget.		
HMS - kultur. Kan være knyttet til utenlandske entreprenører som ikke overholder reguleringer.		
M: Mulighet for å se på alternativer til lekter-transport, hvor det kan spares.		
Utslag mot sjø - går også mot HMS, entreprenør må ha kontroll på dette. Usikkerhet i hvor mye vann trenger inn i tørr sone.		
Lav verdi	Mest sannsynlig	Høy verdi
Nærhet til sjø, tilkomst for tungt utstyr. Dyktig entreprenør. Forberedende arbeider utført eller uproblematisk gjennomføring. Muligheter for stordrift. Optimalisering av innkjøpsstrategi. Entreprenørens byggetid/produktivitet. Gode gjennomføringsplaner.		Entreprenørens gjennomføringsevne. Ikke klar krafttilførsel. Ikke klare adkomster. Ikke tilstrekkelig riggområder og masselagre. Urealistiske gjennomførings-planer. Klarer ikke følge planene. Utsettelse, heft og følgekostnader. Uklare/dårlige beskrivelser i kontrakten. Entreprenørens vurdering av jobben, risiko og risikoprising.
-10 %      -372	0 %      0	25 %      930

U2 Eierstyring og rammebetingelser		
Beskrivelse	Faktoren uttrykker forutsigbarhet rundt rammebetingelser, avhengighet til eiers beslutninger, nivå på overordnet styring, tydelighet i bestillinger, tekniske krav og godkjenninger fra myndigheter. Tar ikke med usikkerhet om ekstreme miljøkrav i analysen.	
Forutsetninger	Skal bygge iht. regelverket og krav. Basisestimatet inkluderer ikke særskilte risikopåslag for totalentreprenør.	
Virker på	Hele prosjektkostnaden <span style="float: right;">3 817</span>	
Usikkerheter		
Politikk vs. Funksjon. Tilstrekkelige midler for å få det som er spesifisert.		
Miljøkrav til undervannsarbeider. Både for konkurransegrunnlag og underveis i prosjektet. Miljøkravene kan endres.		

Prosjekteierrollen. Usikkerhet i denne rollen, og manglende erfaring med denne type prosjekter.					
Nytteverdi av steinmasser - deponering vs. fordeling. Usikkerhet i omdømmet, å ikke få synliggjort for valg i nyttesiden. Kan være en betalingsvillighet for andre aktører.					
Drift og vedlikehold. Ansvar for prosedyreverket ligger hos entreprenør. Legges opp til utvidet garantitid.					
Involvering av brukere - hvilke behov er ivaretatt og konsekvenser av dette. Kystverket, entreprenør, grensesnitt.					
Uklarheter i eierstyringsdialogen som kan stjele fokus av det som er viktig i prosjektet og forsinke fremdrift.					
Fossil kontra elektrisk byggeplass. Det er blitt brukt fossil-priser. Kan komme eksterne krav på miljøaspektet. Liten mulighet for å tilføre kraft. Bærekraft og miljø skal ivaretas best mulig. Ny lov for vekting av bærekraft.					
Risiko for at man ikke benytter seg av muligheter for å maksimere nyttesiden det er kostnadspress i prosjektet.					
Uklart regelverk, endring av regelverk underveis i prosjektet, forsinket uavhengig kontroll.					
Usikkerhet i myndighetsgodkjenning av trafikkstyring og sikkerhet. Trafikkstyring, navigasjon/styringssystem. 6 forskrifter må endres. Må bygge nye prosedyrer, og nye arbeidsstasjoner utover det Kystverket har i dag. Kan komme nye elementer underveis - men hensyntar det som ligger til grunn i dag.					
Lav verdi		Mest sannsynlig		Høy verdi	
God dialog tidlig, prosess for kravavklaring. Vurdert liten mulighet for kostnadsreduksjon for usikkerheten her. Kan være ukjente muligheter for kravreduksjon.				Generell erfaring fra prosjekter, kommer nye krav i perioden. Miljøambisjoner, lovverk 30 % vekting på miljø. Riktig utforming av miljøkrav som ikke unødig begrenser handlingsrommet. Tilgangen på kraft er skadebegrensende for kostnad. Følgkostnad av stram kostnadsstyring - stjeler fokus, krav om nye kutt, press på estimat. Kystverket som prosjekteier i dette prosjektet - ukjent rolle. Farledsgodkjenning farled gjennom tunnel. Tviler på at nye krav blir gjeldende etter at prosjektet har startet.	
-2 %	-76	0 %	0	7 %	285

U3 Eksterne aktører og interessenter					
Beskrivelse	Usikkerhetsdriveren uttrykker behov, krav og endringer fra interessenter og aktører utenfor prosjektet som f.eks. kommuner, interesseorganisasjoner og naboer.				
Forutsetninger	Basisestimaten forutsetter at deponi for løsmasser er løst. Og at deponiområder går sømløst. Og døgnkontinuerlig drift er forutsatt i basis.				
Virker på	Hele prosjektkostnaden				3 817
Usikkerheter					
Eksterne brukere av tunnelen. Ønsker og teknologi, det vil komme nye signaler. Vil bli en forventningsavklaring. Mulig at eksterne brukere ikke klarer å se for seg behovene - stor mismatch mellom forventning og realitet.					
Støy og naboer - tilrettelegges for døgnkontinuerlig drift. Kan komme endring som fører til lengre byggetid.					
Løsmassedeponi - per nå finnes ikke dette. To områder er pekt på som potensielle - enten ved Kjøde eller ved Saramarka. Myrmasser må ut - Co2-hensyn. Avhengig av reguleringer - ikke lagt inn i reguleringer per nå, men jobbes for å tas inn. Mengder løsmasser er undersøkt.					
Lav verdi		Mest sannsynlig		Høy verdi	
Håper kommunen samarbeider om å legge til rette for gode løsninger / gjennomføring. Kjøde industri (der myra er), blir regulert for mottak av masser / løsmasser.		Har hatt en runde med brukergruppen og kjenner ikke til noen spesielle ønsker som ikke er ivaretatt.		Nye krav / forhold ifm. vedtatt reguleringsplan (deponeringsområde). Støy og naboer -> ikke får drive døgnkontinuerlig - produktivitet, krav som stilles til entreprenøren. Løsmasser må løses tidlig i anleggsgjennomføringen.	
-1 %	-38	0 %	0	2 %	76

U4 Lokale forhold					
Beskrivelse	Faktoren uttrykker usikkerhet knyttet til geologi, grunnforhold og kvalitet på masser, grensesnitt mot eksisterende infrastruktur, kabler/rør i grunnen, arkeologi, vernede arter og vernet natur, vær, klimafaktorer etc.				
Forutsetninger	<p>Normale driveforhold i berg.</p> <p>Normal, permeabilitet i berget og normale krav til innlekkasje.</p> <p>Arkeologiske og naturmessige undersøkelser utført, og problemområder avklart.</p> <p>Eksisterende infrastruktur er kjent og lite problematisk</p> <p>Stabilitet i fyllinger anses løsbart, uten større geotekniske tiltak. (Tiltak ikke kostnadsberegnet i grunnkalkylen).</p> <p>Forutsatt nok kapasitet for lagring av masser innen 25km radius.</p> <p>Infrastruktur under vann anses kjent.</p> <p>Værforhold forutsettes ikke påvirke driften.</p> <p>Basisestimater inkluderer ikke særskilte risikopåslag for totalentreprenør.</p> <p>Kontraktform er totalentreprise med forhandling.</p>				
Virker på	Hele prosjektkostnaden				3 817
Usikkerheter					
Bergkvalitet, hendelser og avvik knyttet til grunnforhold som påvirker entreprenørens flyt, stopp i produksjonen. Hendelser usikkerhet rundt entreprenørens produktivitet- hvor mye kan dette reduseres med forundersøkelser etc. Ur og forskjæringer.					
M: Fjell og forskjæringer er i bedre kvalitet enn forventet.					
Hydrogeologiske forhold og behov for injeksjon. Omfanget og byggetid. Risiko for kostnad. Vanninntrenging i forbindelse med utspregning av bunnballen.					
Designmanual vs. skjæringer - bygge portalen slik som ønsket.					
Løsmasser - utgraving eller sprengning - morene. Bør avklares, men usikkerheten er alltid til stede.					
Lav verdi		Mest sannsynlig		Høy verdi	
Bedre bergkvalitet for sikring og tetting. Undersøkelser som pågår, kan gi bedre avklaringer og gode planer for dette kan gi gevinster.				Problemer med morenemassene i forskjæringene. "Dårlig" berg, dyrere driving og større sikringsomfang. Større tettingsbehov. Masselagre ikke tilgjengelige som forutsatt. Problemer med lagre for løsmasser. Vanskeligere undervannsarbeider. Spesielt dårlige værforhold. Konsekvens på avvik i bergkvalitet er stor (større enn veiprojekt).	
-10 %	-382	0 %	0	20 %	763

U5 Markedsusikkerhet					
Beskrivelse	Usikkerhetsdriveren omfatter kapasitet og konkurransesituasjon i markedet ved kontraktutlysning, prosjektets attraktivitet og interesse fra leverandør, og utvikling i markedsmiddel som avviker fra framtidig indeksering.				
Forutsetninger	Planlagt utlysning Q3 2023. Basisestimat reflekterer dagens prisnivå med inflaterte priser. Kontraktform er totalentreprise med forhandling.				
Virker på	Hele prosjektkostnaden				3 581
Usikkerheter					
Kontrakt som helhet - attraktivitet i markedet.					
Markedsusikkerhet/entreprenørmarked. Tilgang på kompetanse og kvalitet for entreprenører. Ukraina-situasjonen.					
Lav verdi		Mest sannsynlig		Høy verdi	



Anbudsmarkedet er lavt, og lav aktivitet i andre sektorer kan øke konkurransen. Løsningsorientert dialog. Langsiktighet for entreprenør i et lavt marked - kan gutse på lavere priser. Attraktivt prosjekt. Internasjonalt prisnivå.				Risikovurdering. Ikke realistisk plan. For mye risiko i prisene - risikoforståelse. Størrelse på kontrakten. Referanseprosjekt: uenigheter mellom byggherre og entreprenør. Har markedet kompetanse på slikt prosjekt?
-15 %	-537	0 %	0	15 % 537

#### U6 Prosjektering og modenhet

Beskrivelse	Usikkerhetsdriveren uttrykker spesifikasjonsgrad og modenhet i prosjektgrunnlaget, kvalitet på prosjektering, differansen mellom de løsningene som i dag er skissert og det faktiske ferdige prosjektet i fremtiden.				
Forutsetninger	Modenheten i det tekniske grunnlaget tilsier at det fortsatt er stort rom for utvikling av løsninger og endringer i forhold til basisforutsetninger. Kontraksform er totalentreprise med forhandling.				
Virker på	Hele prosjektkostnaden			3 817	
<b>Usikkerheter</b>					
Fendring og lededekonstruksjoner - ny måte å bruke fendre på - ukonvensjonell måte, må hensynta friksjon og krefter. Finnes mange mulige måter å løse det på- og disse måtene har store kostnadsforskjeller. Kan være vanskelig for entreprenører å håndtere.					
Vann og frost - sikkerhetsaspektet. Viktig å hensynta dette - det er stor usikkerhet til hvordan dette blir i praksis.					
Feil konkurransegrunnlag og feil i teknisk funksjonsbeskrivelse.					
Videre modning som påvirker entreprenørens produktivitet: Vurdering av geoteknikk og geologi. Slepperetninger, borrsynk og borrslitasje, løsmassetykkelse, klassifisering av jord og bergart, forurensede masser, kulturminner - handler om å finne de forutsetningene som gir produktivitet - og kartlegge det som kan gi risiko for driften.					
Lededekonstruksjon ukjent - foreligger ikke byggbar løsning slik situasjonen er i dag - lasten er ikke kjent. Det som er tegnet er muligens for spinkelt, da lasten er ikke kjent. Gjelder enn så lenge hele tunnelen. Kan mulig få store konsekvenser - kan foreløpig løses uten økning av tverrsnitt. Løsning har element av utvikling.					
Entreprenørens rolle og ansvar i designutvikling/prosjektering. Mangler standarder og regelverk - må gjøres større kartlegging av regler. Åpner for skjønn. Vi baserer oss på at totalentreprenør har evne til å drive denne utviklingen. I dag er det vanlig at entreprenører optimaliserer og utvikler. Hva er "godt nok".					
Modenhet av funksjon - god nok oversikt over funksjonen da det aldri er bygget før. Få tydeliggjort og ha oversikt over hva som bestilles.					
Beskrivelse av funksjoner. Ukjente produkter blir levert, men som man ikke ha si nei til. Normer ikke tydelig. Byggherre gir fra kontroll.					
Rigg og drift kalkyle: prosentene som er brukt er muligens litt høye - bør kalkuleres mer nøyaktig for man setter sum på dette.					
M: Mulighet for mindre sprengningsprofil i bunn av tunnel, mindre betong. Regnet forskjellen i pris på dette, men vurderes som lite realistisk.					
<b>Lav verdi</b>		<b>Mest sannsynlig</b>		<b>Høy verdi</b>	
SVV sine systemer og håndbøker er i overkant konservative - kan finnes ytterligere forenklinger. Uklart regelverk gir spillerom på positiv side. Manglende tydelighet på krav / standarder gir en mulighet. Den videre modningen av løsning gir kostnadsreduksjon.				En lang vei til å få konstruksjonene til å tåle kreftene. Den videre modningen av løsning gir kostnadsøkning. Større omfang av gjenstående modning.	
-10 %	-382	0 %	0	10 %	382

#### U7 Prosjektorganisasjon og ledelse

Beskrivelse	Usikkerhetsdriveren uttrykker Kystverkets evne til å planlegge og styre prosjektet, kapasitet og tilgang på ressurser, kontinuitet for nøkkelpersonell, erfaring med lignende prosjekter, evne til samhandling og kommunikasjon internt i prosjektet og i organisasjonen. Usikkerhet i valgt kontraktstrategi og videre arbeid med dette er inkludert.				
Forutsetninger	Totalentreprenør må identifisere og håndtere risiko. Risiko og muligheter skal forklares eksplisitt og prises. Basisforutsetning er at byggherreorganisasjon skal være slank. Kontraktform er totalentreprise med forhandling.				
Virker på	Hele prosjektkostnaden				3 817
<b>Usikkerheter</b>					
M: Konkurranses grunnlag og tekniske funksjonsbeskrivelse - hvordan dette blir utformet. Viktigste tiltaket for usikkerhetsbildet vi ser på nå.					
Kontrakt og utførelse - det foreligger usikkerhet rundt totalentreprisen, med uavklarte krav. utfordringer med å få riktig entreprenør, særlig for utenlandske.					
Utforming av konkurransegrunnlag - mulighet og risiko. Hvor dypt skal grunnforholdene beskrives? Mengdeberegning er detaljert, men fra forprosjekt 2017. Allerede lite som skal gjøres for å hente mengdene - det bør gjøres en analyse for å fjerne usikkerhet i forhold til pris. Det er essensielt at entreprenører regner på det samme grunnlaget. Det bør gjøres en KS på dette i forkant slik at mengdene kan hentes ut og at entreprenører slipper å hente ut dette. Linjer for overflateterrang, fylling i vann - det bør vurderes de lagene som ligger inne i modellen slik at prisgrunnlaget blir likt. Erfaringsmessig lurt å gjøre dette i forkant.					
Ved konflikt - dokumentasjon på byggherresiden. Sikre mekanismer som skaffer denne dokumentasjonen.					
Lav verdi		Mest sannsynlig		Høy verdi	
Lykkes med kontraktstrategi. Samarbeid og prosjektkultur blir bra. Beslutningsdyktig. Fordel at prosjektorganisasjon har kontinuitet og er med hele løpet. God prosjektledelse.				Motsatt fortegn. Får samarbeidsproblemer med entreprenør. Komplisert kontrakt med mye nytenkning og risiko - krevende å forstå alle mekanismer. Behov for nytenkning er gjennomgående i prosjektet. Ulempe om noen i prosjektorganisasjonen slutter - følgekostnader. Risiko i strategi om slank byggherreorganisasjon. Evner i for liten grad å være skarpskodd i tekniske diskusjoner med entreprenøren.	
-8 %	-305	0 %	0	12 %	458

## Vedlegg J – Prosjektets karakteristika

Som en innledende øvelse ble prosjektets overordnede utfordringer og karakteristika kartlagt i et såkalt spider-diagram eller situasjonskart. Deltakerne i gruppesamlingene ble utfordret på å vurdere prosjektet langs åtte angitte dimensjoner. Vurderingene er dokumentert under.

### Karakteristika: Størrelse

**Stikkord:** Kroneverdi, prosjektorganisasjon etc.

**Beskrivelse:**

Stad Skipstunnel er Kystverkets største enkeltprosjekt med stor kroneverdi og volum. Nytenkende prosjekttype, med stort omfang. Sett fra et samferdselsperspektiv er dette et lite prosjekt. I kontraktssum er det et relativt stort prosjekt.

Med hensyn på tunnel-meter er det et lite prosjekt, men det er de tekniske løsningene som er omfattende, med store mengder masse. Stor grad av risiko.

**Vekting (1-6): 5**

### Karakteristika: Teknisk kompleksitet

**Stikkord:** Teknisk løsning, grensesnitt etc.

**Beskrivelse:**

Stad Skipstunnel er et komplekst prosjekt. Prosjektet krever teknologi og systemer som ikke er gjort i store sammenhenger tidligere. Handler også om behovet for nytenkning. Prosjektet krever rammer på det som skal utføres i stor skala, med stort behov for betong, sprenging etc.

Videre er Kystverket er vant til å håndtere vann, men det er flere entreprenører som ikke er vant til dette. To kompetansemiljøer må samarbeide, og når det er grensesnitt mot vann kan det bli kostbart.

Det er viktig at det tekniske grunnlaget er godt, hvis ikke påløper kostnadene fort. Videre må det være slik at entreprenør beregner produktivitet på det samme grunnlaget.

Med hensyn til byggetid er det ingen kompensasjon, men entreprenør skal selv beregne og det er bindende.

Middels kompleksitet – ingen ny teknologi, men må tenke nytt i forbindelse med dimensjonering.

Føringer for bærekraft i prosjektet spiller også inn på konsekvensen av produktiviteten.

Usikkerhet ved elektrisk utstyr.

**Vekting (1-6): 4**

### Karakteristika: Behov for nytenkning

**Stikkord:** Teknologi, kontraktstype, samarbeid, marked etc.

**Beskrivelse:**

Høy risiko på nytenkingsperspektivet – både med hensyn på plassering på Stadlandet og dimensjoneringen.

Ingen etablerte standarder på denne tunnelen. Andre funksjonskrav for denne dimensjonen.

Det er ikke etablerte standarder for Stad Skipstunnel. Det regulatoriske er ikke klart, for det må oppjusteres for denne dimensjonen. Nytenkende prosjekt med hensyn på regler og standarder som finnes i dag. I tillegg er alt som finnes i dag av håndbøker er empirisk basert.

Stad Skipstunnel innebærer ikke nødvendigvis ny teknologi, men på grunn av stor dimensjon, må standardene brukes annerledes. Det er viktig å finne de gode og nye løsningene.

Videre er kontraktstype viktig, da det er forskjell på hvordan entreprenør beregner prisen. Et tiltak for at byggherre skal få kontroll: Når kontrakten skal optimaliseres er det viktig at kalkylen er en åpen bok der entreprenøren viser kalkylen med estimert timebruk. Det er viktig å synliggjøre hva som er timebruk og hva som er påslag. Det er usikkerhet i prisene.

Kontraktstype: totalentreprise med forhandling. Viktig her å belyse hva som er medtatt og ikke i prisene.

Nytenkning ligger på det administrative med konkurransegrunnlag og regelverk, viktig med synlig konkurransegrunnlag – og at entreprenører skjønner hva de byr på. Utenlandske vs. norske entreprenører.

**Vekting (1-6): 6**

#### **Karakteristika: Intensitet og varighet**

**Stikkord:** Fremdriftsplan, milepæler, kritisk sti etc.

**Beskrivelse:**

Det er etablert en fleksibel fremdrift som kan optimaliseres, for at prosjektet skal ha den mest gunstige varigheten. Usikkerhet i når tunnelen ferdigstilles.

Mulighet: det er ikke satt en sluttfrist. Det er en begrenset risiko for prosjektet.

Det viktigste er en entreprenør som leverer etter gitt framdriftsplan, slik at det ikke begynner å skli ut. Det er noen avhengigheter for dagsonearbeid, noe som tilsier at det bør være et rekkefølgekrav i konkurransegrunnlaget.

Kompleksiteten ligger i oppgaveforståelsen. Viktig å sørge for at alle starter likt på dette arbeidet.

Varighet med hensyn på testing og ferdigstilling: Alle installasjoner skal testes kontinuerlig. Det er satt av 6 mnd. til test av hele systemet, da skal alt være testet og klart.

**Vekting (1-6): 2**

#### **Karakteristika: Leverandørmarked**

**Stikkord:** Kompetanse, kapasitet, konkurranse etc.

**Beskrivelse:**

Prosjektet vurderes som attraktivt med god interesse og god kompetanse.

Stor varierende grad for hvordan entreprenører priser denne jobben.

Prosjektet vurderes som attraktivt for både norske og internasjonale selskaper – det er viktig å ha 5-6 tilbydere.

Det er viktig at totalentreprenør finner samarbeidspartnere utenfor Norge – for der finnes det teknologi. Det kan være en utfordring å sette sammen riktig allianse – det er en del tekniske krav.

**Vekting (1-6): 2**

#### **Karakteristika: Organisasjon**

**Stikkord:** Prioritet, kompetanse, kapasitet, modenhet etc.

**Beskrivelse:**

Stad Skipstunnel har stor dimensjon, og prosjektorganisasjonens/prosjektstyret eier kompetanse for styring av dette prosjektet.

Grunnet dimensjonen vil prosjektstyringen også være omfattende for prosjektstyret. God erfaring på trafikkstyring etc.

Prosjektorganisasjon er definert, med riktig organisasjonsstørrelse per nå. Når anleggsarbeidene starter, vil Kystverket bli en større organisasjon.

Den lange varigheten av prosjektet øker sannsynligheten for utskiftninger i prosjektgruppen.

**Vekting (1-6): 5**

### Karakteristika: Aksept og interesser

**Stikkord:** Ledelse, finansierende, brukere etc.

**Beskrivelse:**

Det er et omfattende interessentbilde.

Lokale interesser: mange er positive til prosjektet. Noen enkeltpersoner vil miste husene, men får kompensert for dette. Gir i tillegg nye muligheter – og flere lokale vil tjene på dette.

Noen motstandere: media, politikere.

Ulike interessenters behov og ønsker er et forhold prosjektet må ta stilling til i løpet av gjennomføringen.

Viktig å identifisere alle mulige faktorer som kan påvirke i framtiden.

**Vekting (1-6): 5**

### Karakteristika: Mål og krav

**Stikkord:** Effekt- og resultatmål, målprioritet, føringer etc.

**Beskrivelse:**

Må opprettholde alle krav, i tillegg til budsjettet. Problemer er at det ikke er enkelt å opprettholde krav samtidig som å holde seg innenfor budsjett.

Per i dag må Kystverket levere på alle mål og føringer. Opplever tydelighet i mål.

Kvalitet er utrolig viktig – her kan det ikke være avvik.

Kutt kan være i strid med de kravene som er satt.

**Vekting (1-6): 2**