holte consulting

KS2

FOLLOBANEN

UTARBEIDET FOR SAMFERDSELSDEPARTEMENTET OG FINANSDEPARTEMENTET

9. APRIL 2014

SUPERSIDE

Generelle opplysninger							Sidehenv.
Kvalitetssikringen	Kvalitetssikrer: Holte Consulting AS			Dato: 9.april 2014			3
Prosjektinformasjon	Prosjektnavn: Follobanen – dobbeltspor Oslo - Ski Prosjekttype: Jernbane			Departement: Samferdsel			
Basis for analysen	Prosjektfase: Detaljplan Godkjente endringer: februar 2014			Prisnivå: 2013			
Tidsplan	Prosjektoppstart: byggestart hovedarbeider Okt. 2014 – Mar 2015			Planlagt ferdig: Des 2020			
Avhengighet av tilgrensende prosjekter	Ski hensetting må ferdigstilles for å kunne gjennomføre Ski stasjon som planlagt.						
Styringsfilosofi	Prioritert rekkefølge: Sikkerhet, kvalitet, kostnad, tid, omdømme						
Anmerkninger	Prosjektet er per april 2014 tre til fire måneder forsinket i forhold til plan						
Tema/Sak							
Kontraktstrategi		Entrepriseform/ Kontraktformat Planlagt: EPC Anbefalt: Tiltres		Kompensasjons-/ vederlagsform Planlagt: Fastpris med regulering av enkelte mengder Anbefalt: Tiltres			
Suksessfaktorer og fallgruver	De viktigste suksessfaktorene:			De tre viktigste fallgruvene:		Anmerkninger:	
	Sikre god kjennskap til og styring av det som blir en Norges største samferdselskontrakter, i alle nivåer av prosjektorganisasjonen			Kontraktmekanismer som slår uheldig ut			
	Ivareta grensesnittproblematikk			Ineffektiv eierstyring, sene beslutninger			
	Tilgang på kompetent personell, byggherrens prosjektorganisasjon			Prosjektet får ikke tilgang på rett kompetanse til rett tid			
Usikkerhetsfaktorer	De fem største faktorene:			Sannsynlighet	Konsekvenskostnad	Anmerkninger:	
	Prosjektets attraktivitet						
	Kontraktevaluering og evalueringskriterier						
	Overordnet organisering og styring			-	-		
	Faktorer TBM			-	-		
	Ansvarsforhold			-	-		
Risikoreduserende tiltak	Mulige / anbefalte tiltak:					Forventet kostnad:	
	Kontraktevaluering og evalueringskriterier som vektlegger erfaring					-	
	Prosjektorganisasjonens kompetanse og kapasitet					-	
	Samhandling med entreprenøren					-	
Reduksjoner og forenklinger	Mulige / anbefalte tiltak:			Beslutningsplan:		Forventet besparelse:	
	Prosjektets kuttliste i UOS-00-A-90030					40 mill. kr.	
Tilrådninger om kostnadsramme og usikkerhets-avsetninger	Forventet kostnad/ styringsramme	P50	Beløp: 23 800 mill. kr	Anmerkninger: EKS anbefalte rammer inkluderer ikke Ski hensetting, jfr. Post 31, kap. 1350, Prop. 1 S (2013-2014)			
	Anbefalt kostnadsramme	P85 - kuttliste	Beløp: 25 660 mill. kr	Anmerkninger: Rammen er eks mva Kuttliste 40 mill. kr			
	Mål på usikkerhet	St.avvik: 7,70 %	St.avvik i mill. kr: 1834,4 mill. kr	Anmerkninger:			
Valuta	Forventet kostnad i fremmed valuta? Ja, avhengig av tilbud		NOK:	EUR:	GBP:	USD:	
Tilrådning om organisering og styring	Det forutsettes at prosjektet følger de retningslinjer som gjelder i JBV for organisering og styring av prosjekter. Det er ikke nødvendig med et eget prosjektstyre, dersom dette ikke får de fullmakter og ansvar et styre skal ha – da vil et prosjektråd fungere bedre.						
Planlagt bevilgning	Inneværende år: 1 220 mill. kr (uten Ski hensetting)		Neste år: 3 000 mill. kr (uten Ski hensetting)		Dekket innenfor vedtatte rammer: 1 429 mill. kr (uten Ski hensetting)		
Anmerkninger	Bevilgning bør revideres iht. EKS anbefalte rammer. EKS anbefalte rammer inkluderer ikke Ski hensetting						

FORORD

Ekstern kvalitetssikrer (EKS), bestående av Holte Consulting og Vista Analyse, har på oppdrag fra Finansdepartementet (FIN) og Samferdselsdepartementet (SD) utført utvidet ekstern kvalitetssikring av styringsunderlag og kostnadsoverslag (KS2) av Follobanen.

Kvalitetssikringen skal gi oppdragsgiver en uavhengig analyse av prosjektet før det legges frem for Stortinget. Kontrollhensynet er det dominerende aspekt som skal dekkes. I tillegg skal det også være en etterkontroll av om grunnlaget for å fremme forslag for Stortinget om godkjennelse av prosjektet med kostnadsramme er tilstrekkelig.

Oppdraget er utført i henhold til avrop av 10. februar 2014 på Rammeavtale mellom Finansdepartementet og Holte Consulting AS/ Vista Analyse AS om kvalitetssikring av konseptvalg, samt styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjektalternativ, av 4. mars 2011.

Oslo, 9. april 2014

Holte Consulting

Jan Erik Horgen
Oppdragsansvarlig

Elin S. Kverneggen
Ass. Oppdragsansvarlig

Jan Høegh
Rådgiver, Intern KS

Per Gunnar Eklund
Konsulent IOS, signal

Synne Flakstad
Konsulent D&B, TBM

Camilla S. Sundt
Konsulent Ski, signal

Christian L. Svendby
Konsulent TBM, D&B

Ragnhild Tjosevik
Konsulent kalkyler, JBT

Gerard Harer
Fagekspert TBM

Rolf-Henning Blaasvær
Vista Analyse
Fagekspert kontrakt

Gunnar Skjeset
Fagekspert anlegg

Jan Vidar Husby
Fagekspert tunnel

SAMMENDRAG OG HOVEDKONKLUSJONER

Med bakgrunn i analysen utført av Ekstern Kvalitetssikrer (EKS), presenteres i dette kapittelet sammendrag og hovedkonklusjoner. Det vises til de respektive kapitlene for forutsetninger og drøftinger.

BAKGRUNN

Det eksisterende dobbeltsporet på Østfoldbanen har ikke tilstrekkelig kapasitet til å møte verken dagens transportbehov eller forventet trafikkvekst. For å øke kapasiteten på strekningen mellom Oslo S og Ski stasjon, planlegges det derfor å bygge et nytt dobbeltspor, Follobanen, på denne strekningen. Den økte kapasiteten vil bidra til bedre regularitet for alle tog i Sørkorridoren. Follobanen blir den innerste delen av en modernisert og oppgradert IC-strekning mot Halden, og vil også bidra til økt kapasitet for godstransport i Sørkorridoren.

Prosjektet omfatter bygging av nytt dobbeltspor på den 22 km lange strekningen mellom Oslo S og Ski stasjon. Togene på Follobanen vil kunne halvere kjøretiden mellom Oslo S og Ski stasjon, fra dagens 22 minutter til om lag 11 minutter. En utvidelse og ombygging av Ski stasjon inngår i prosjektet. Ski stasjon vil gjennom dette bli styrket som et viktig kollektivknutepunkt for Folloregionen.

HOVEDKONKLUSJONER

STYRINGSUNDERLAG

EKS anser at det reviderte styringsdokumentet i stor grad er tilfredsstillende i henhold til veileder. Oppdatert kostnadsestimat samt finansieringsplan, investeringsplan og betalingsplan må inkluderes i StD når dokumentene er ferdigstilt. EKS anbefaler at alle overordnede ytelseskrav, det vil si både krav utledet av effektmål og krav utledet av rammer og føringer, samles i et eget dokument som kontrakter kan avstemmes i forhold til, og som kan være rettledende for endringsstyring underveis i prosjektet. Funksjonskrav anses å bli tilfredsstillende håndtert gjennom gjeldende håndbøker og kontraktenes beskrivelser. EKS har et inntrykk av at prosjektet i praksis styres strammere på tid enn den oppgitte prioriteringen mellom resultatmålene skulle tilsi.

KOSTNADSOVERSLAG

EKS anser kalkylegrunnlaget for uoversiktlig og vanskelig tilgjengelig, og anser at dokumentasjonen ikke er i henhold til beste praksis. Samtidig er resonnementene og beregningene i hovedsak gode når de avdekkes. Ulik metodikk blant ulike rådgivere i de forskjellige delprosjektene gjør det vanskelig å aggregere kalkylene med full sporbarhet og konsistens i beregningsforutsetninger, og omfanget av endringsmeldinger, herunder endrede grensesnitt mellom delprosjekter, kompliserer bildet ytterligere. Dette kompliserer kontroll og styring i prosjektet.

Prosjektet har utarbeidet en kalkyle som ivaretar endringsmeldinger opp til februar 2014. Denne har dannet utgangspunktet for EKS' bearbeiding gjennom å inkludere sannsynlige endringer etter februar 2014, samt vurderinger i gjennomførte gruppeprosesser av hva som er sannsynlig nivå på ulike kostnadselementer. Resultatet av denne gjennomgang gjør at EKS legger til grunn et Basisestimat på 20,6 milliarder 2013-kroner, det vil si i underkant av 800 mill. kr mer enn prosjektets Basisestimat på 19,8 milliarder 2013-kroner. Det er en økning på rundt fire prosent. Deler av økningen skyldes forhold som det ikke er en opplagt om skal tas med i Basisestimatet eller fanges opp av usikkerhetsanalysen. EKS har valgt å legge seg på en linje der usikre forhold som anses som mer enn 50 prosent sannsynlige inkluderes i Basisestimatet.

PROSJEKTETS OMFANG MED ENDRINGER

EKS anser at prosjektets omfang nå er gitt. At det allikevel vil fremkomme endringer er naturlig i et prosjekt av denne størrelsen og kompleksiteten, men disse vil være basert på en optimalisering av enkeltforhold i prosjektet, ettersom ny informasjon fremkommer. Dersom det fremkommer behov for større endringer som rokker ved prosjektets nåværende omfang anser EKS at slike endringer må følges av særskilte bevilgninger og ikke kan anses inkludert i usikkerhetsmarginer. Dette gjelder for eksempel valg av en annen type signalanlegg enn det prosjektet nå har lagt til grunn. EKS bemerker likevel at optimaliseringen av prosjektet har medført omfattende endringer mens kvalitetssikringen har pågått. EKS har mottatt 41 endringsmeldinger av ulik størrelse og art. EKS har ikke vurdert alle, men de største endringene anses å være velbegrunnede for å oppnå prosjektmål.

FORENKLINGER OG KUTTLISTE

EKS tilrådning kommer senere i sammendraget. I hovedsak er det lite rom for forenklinger og kuttlisten blir beskjeden, da kvaliteter og omfang i stor grad er gitt ved håndbøker og tilsynets krav. Mulige forenklinger vil i stor grad medføre negative konsekvenser for ytelser og fleksibilitet i drift og/eller høyere levetidskostnader.

TUNNELENS HASTIGHETSDIMENSJONERING

EKS er bedt om å vurdere om det er tids- og kostnadssvarende å dimensjonere for 250 km/ t versus 200 km/t. Det er ikke mulig for prosjektet å fremskaffe et grunnlag som gir et entydig svar på dette. Når det gjelder tunnelprofilet er dette dimensjonert i forhold til å kunne kjøre høye hastigheter. Et mindre tunnelprofil vil medføre økt luftmotstand og høyere driftskostnader. Land som har mindre tunnelprofil sliter med å oppnå langt lavere hastigheter enn Follobanen planlegges for. Det er samtidig klart at det er lite sannsynlig at det vil kjøre tog som kommer opp i 250 km/t på Follobanen de nærmeste årene. EKS tiltrer valgt tunnelprofil. Når det gjelder jernbanetekniske installasjoner anser EKS at disse bør tilpasses den aktuelle driftssituasjonen de nærmeste årene, men at det ikke bør foretas valg som ekskluderer muligheten for fremtidige oppgraderinger.

TBM SOM DRIVEMETODE, LOGISTIKK PÅ OG UNDER BAKKEN

EKS tiltrer prosjektets valg av tunnelboremaskin (TBM) som drivemetode. TBM kan på mange måter sees på som en bevegelig fabrikk under bakken, med et forsynings- og logistikksystem som i hovedsak er over bakken. TBM har lang oppstartstid, men raskere inndrift enn konvensjonell sprengning. Dette medfører at TBM produserer utgravede masser i et langt høyere tempo enn konvensjonell sprengning. Disse massene er i tillegg stort sett finstoff som i mindre grad enn sprengte masser er omsettelige i markedet som annet enn fyllmateriale. EKS tiltrer prosjektets strategi om å få regulert inn deponering av så store deler av denne massen som mulig på Åsland. Dette vil ha store positive miljøkonsekvenser på grunn av redusert behov for veitransport av masser. Det vil i tillegg både redusere kostnadsnivået i prosjektet og bidra med fyllmasser som kan benyttes lokalt i den planlagte nye bydelen Gjersrud-Stensrud.

EPC SOM KONTRAKTSFORM OG PROSJEKTETS KONTRAKTSTRATEGI

En EPC-kontrakt er i sin rendyrkede form en kontraktstype hvor entreprenøren gis ansvar for prosjektering, innkjøp og bygging. Dette er en kontraktsform som er tilpasset et internasjonalt marked med deltakelse fra utenlandske entreprenører. Kontraktsformen er godt kjent for disse entreprenørene. Jernbaneverket har imidlertid i liten grad benyttet denne kontraktsformen i egne utbyggingsprosjekter og prosjektet må derfor sikres den nødvendige kompetanse. EKS anser at prosjektet er bemannet med individuelt erfarne og dyktige personer innenfor de kontraktfaglige spørsmål, og man har knyttet seg opp til høyt kvalifiserte eksterne juridiske rådgivningsmiljøer.

EKS konstaterer at prosjektet er på etterskudd med dokumentutarbeidelsen av konkurransegrunnlaget og forespørselsdokumentene i sin helhet i forhold til planlagt fremdrift for inngåelse av TBM-

kontrakten. Prosjektet er nå svært nær de kritiske milepælene for utsendelse av TBM-kontrakten på konkurranse med påfølgende evaluering for å kunne inngå kontrakt første halvdel av 2015. Kun mindre utsettelser på inngåelse av TBM-kontrakten utover denne antatte dato, vil innebære at sannsynligheten for å ferdigstille Follobanen i 2021 er sterkt svekket. Prosjektet oppgir selv at de allerede har benyttet en betydelig andel av den slakken som tidligere var lagt inn.

Kontraheringsprosessen, særlig av TBM-kontrakten, er nå på kritisk linje i prosjektet. Grunnlaget for en vellykket konkurranse er lagt gjennom prekvalifiseringen. Slik EKS vurderer det, gjenstår det betydelige vurderinger av viktige forhold knyttet til både konkurransebetingelser og kompensasjonsformat. Disse endelige beslutninger inngår derfor ikke i EKS sin kvalitetssikring. Det er en svært viktig suksessfaktor at prosjektet gis tilstrekkelig tid til å utarbeide konkurransegrunnlaget før utsendelse.

EIERSTYRING OG PROSJEKTORGANISERING

Langvarige beslutningsprosesser hos JBV blir sett på som en risiko for forsinkelser i prosjektet. Dette gjelder blant annet for godkjenning av endringer og signering av kontrakter. EKS tilråder at en anbudskomité med nødvendig autoritet og mandat etableres, og at denne holdes løpende involvert i anbudsprosessene, slik at milepæler knyttet til signering av kontrakter kan overholdes.

EKS understreker viktigheten av kontinuitet i prosjektorganisasjonen, særlig innenfor områder det det kreves spesialkompetanse. Follobanen kan fort oppleve å bli forsinket dersom nøkkelressurser de selv ikke rår over prioriteres til andre prosjekter i porteføljen.

Prosjektet har mange innleide ressurser, også i sentrale posisjoner der det kreves spesialkompetanse, for eksempel innen EPC/NTK-kontrakt og TBM. For roller der kompetanse og kontinuitet er viktig, legger prosjektet opp til en praksis der ingen innleide vil fases ut dersom de ikke kan erstattes med kvalifisert JBV-personell. EKS tilråder at prosjektet får beholde ressurser med spesialkompetanse gjennom hele prosjektperioden, selv om dette skulle tilsi at en innleiekontrakt varer lengre enn JBVs normale regler tilsier, og dersom ansettelse ikke er aktuelt.

På enkelte områder ligger nødvendig spisskompetanse hos noen få enkeltindivider ansatt i JBV. Dette gjelder spesielt innenfor fagfeltet signal, og særlig gjelder det sluttkontrollører. EKS anbefaler at prosjektet i god tid synliggjør sitt behov for ressurser med slik spesialkompetanse, og at det inngås forpliktende avtaler med JBV om bruk av disse ressursene. Videre er det en erkjennelse at forsinkelser alltid vil medføre en risiko for at spesialkompetanse omdisponeres til andre prosjekter, noe som kan gi følgekonsekvenser for Follobanen-prosjektets framdrift.

PROSJEKTETS USIKKERHET

Tornadodiagrammet (Figur 1) viser at den mest fremtredende usikkerhetsfaktoren er prosjektets attraktivitet i markedet, dernest kontraktevaluering og evalueringskriterier, fulgt av overordnet organisering og styring. EKS anser at overordnet styring og evalueringskriterier også vil ha påvirkning på prosjektets attraktivitet. Denne innbyrdes påvirkningen er søkt fanget opp gjennom de spenn som er satt.

Forhold relatert til kontrakt, marked og styring utgjør syv av de åtte fremste faktorene i usikkerhetsbildet. Den siste faktoren er et samlet uttrykk for de usikkerheter som ble identifisert i gruppeprosess TBM. Variasjoner i geologiske forhold og TBM-entreprenørens anleggsgjennomføring er de fremste forholdene der. Vellykket kontrahering, spesielt av TBM-entreprisen, vil være det viktigste bidraget til reduksjon av usikkerhet i tiden fremover og kan gi et økonomisk gunstig utgangspunkt for prosjektet.

Prosjektets fremdriftsplan er ambisiøs, og kostnadsbildet kan bli et annet dersom de premisser og forutsetninger som er lagt til grunn endres. Den planlagte overordnete organiseringen og styringen anser EKS som hensiktsmessig, men dersom disse planene av ulike årsaker ikke skulle kunne iverksettes eller la seg gjennomføre, vil kostnadskonsekvensene kunne bli store. Det er uklart hvordan

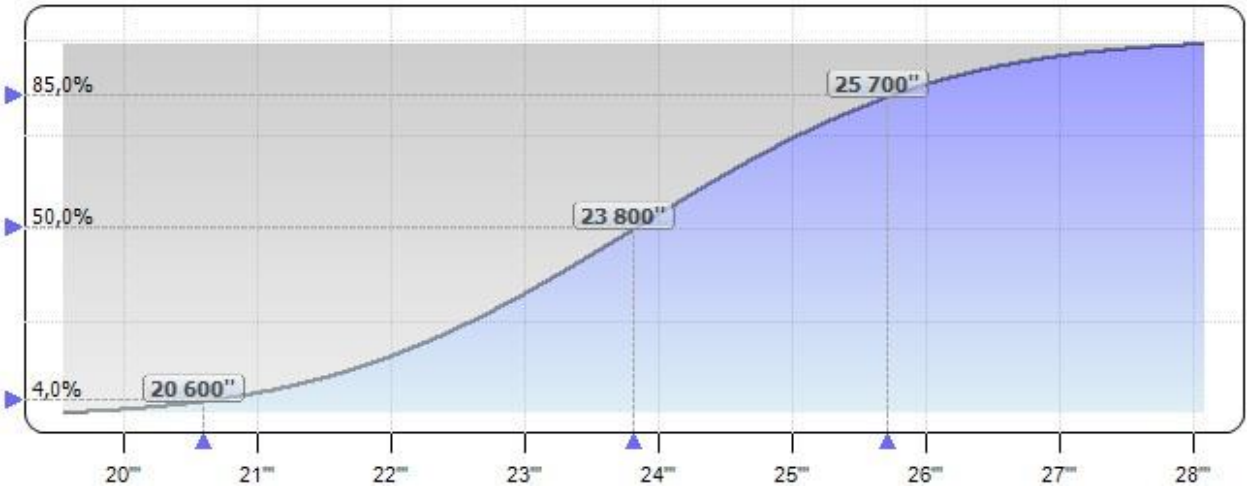
omorganiseringen av JBV vil slå ut for prosjektet i praksis. Det er dokumentert tilfeller av lange beslutningsprosesser og avgjørelser på nivå JBV som omgjøres på departementalt nivå.

Store utfordringer knyttet til overordnet organisering og styring medfører ikke bare risiko for forsinket oppstart eller forsinkelser, men også for at det tas feil valg om større, overordnede beslutninger. Dette vil, i ett av ti tilfeller, kunne gi kostnadskonsekvenser i størrelsesorden 1,5 til 2,0 mrd kr. Forsinket fremdrift siden detaljplan er kostnadsberegnet til 400 mill. kr alene i økte bemanningskostnader hos byggherren. I tillegg kommer ett års generell prisstigning på hele omfanget og noen merkostnader som følge av flytting av arbeid fra entreprisene til forberedende arbeider for å redusere risiko for ytterligere forsinkelser. Det vil si at forsinket fremdrift allerede har gjort prosjektet omtrent 1 mrd kr dyrere. Dersom forsinkelser og feilvalg knyttet til overordnet organisering og styring inntreffer i perioden fremover kan konsekvensene forventes å være større.

Figur 1 Overordnet tornadodiagram for Follobanen

STYRINGS-OG KOSTNADSRAMME FOR PROSJEKTET

EKS har gjennomført en usikkerhetsanalyse basert på det mottatte grunnlaget, gruppeprosesser og supplerende vurderinger. I analysen er estimatusikkerhet (mengde og pris) vurdert for alle prosjektets planlagte aktiviteter. I tillegg er usikkerhetsfaktorer kartlagt og kvantifisert. Analysen gir følgende S-kurve for prosjektet:



Figur 2 Akkumulert sannsynlighetskurve for totalkostnad Follobanen, inklusive påløpte (prisnivå 2013-kr)

På den loddrette aksen er 4 prosent (P4) markert for vise omtrentlig sannsynlighet for at kostnaden blir lavere enn Basisestimatet. 50 prosent (P50) viser forventet totalkostnad for prosjektet, og er anbefalt Styringsramme. 85 prosent (P85) viser forventet kostnad pluss en usikkerhetsavsetning, som gjør det 85 prosent sannsynlig at totalkostnaden vil holde seg innenfor. P85 minus kuttliste utgjør normalt prosjektets Kostnadsramme.

For å komme frem til sannsynlighetskurven har prosjektets basisestimat blitt revidert, og forventede tillegg og usikkerhetsavsetning har tilkommet som følge av diskusjoner i gruppeprosesser. Med revidert basisestimat og forventede tillegg som fremkommer av usikkerhetsanalysen, anbefaler EKS rammer som fremgår av tabellen nedenfor. EKS har ikke identifisert kutt av betydning. Basisestimat og rammer er her oppgitt i 2013-kroner. Konsekvensene av opphevelsen av banefritak er ikke klare, så EKS har valgt å holde mva utenfor beregningene. Ski hensetting er ikke inkludert, og tallene er derfor ikke direkte sammenlignbare med Post 31, kap. 1350, Prop. 1 S (2013-2014). Usikkerhetsavsetningen inkluderer valutarisiko for en anslått andel av kostnadene. EKS anbefaler at prosjektet forholder seg til en prosjektkurs og valutarisiko håndteres av den som disponerer usikkerhetsavsetningen, det vil si departementet. Entreprenørene bør gis anledning til å tilby og inngå kontrakt i den eller de valutaer de har sin kostnadseksponering i.

Tabell 1 Tilrådning til styrings- og kostnadsramme (prisnivå: 2013-kr, eks mva)

	mill. kr
Basisestimat	**20 600**
Forventet tillegg	3 200
Styringsramme P50	**23 800**
Usikkerhetsavsetning	1 900
Beregnet P85	**25 700**
Kuttliste	40
Anbefalt kostnadsramme	**25 660**

ANBEFALTE TILTAK

EKS har vurdert tiltak for å redusere risikobildet i prosjektet. I tabellen under fremgår anbefalte tiltak knyttet til de største usikkerhetsfaktorene som fremgår av usikkerhetsanalysen.

Tabell 2 Anbefalte tiltak for å redusere risikobildet

Usikkerhetsforhold	Anbefalte tiltak
Prosjektorganisasjonen • Tilgang på fagressurser, inkludert rekruttering og erfaringsoverføring • Prioritering av ressurser innad i JBV og eksisterende knapphet på ressurser med jernbaneteknisk kompetanse • Nødvendig fagkompetanse for alle entrepriser.	• Igangsette forberedende arbeider med tilgjengelig personell i markedet. Undersøke i regionen hvilke ressurser som er tilgjengelige. Gi en orientering om forventet innleietidspunkt til bransjen, slik at bransjen i god tid kan forberede seg på hvilke ressurser som er ønskelig. I et stramt marked er det få frie ressurser som venter på oppdrag. • Utarbeide tiltaksplan for etablering av prosjektorganisasjon i tilfellet det viser seg at ressurstilgangen er vanskeligere enn antatt. Mulige tiltak: – Forlenge gjennomføringstiden – Omdisponere ressurser fra andre av JBVs prosjekter • Vurdere å igangsette utdanningsløp/omskolering av spesielt viktig kompetanse, særlig innen elektrofagene.

Usikkerhetsforhold	Anbefalte tiltak
Kontraktevaluering og evalueringskriterier • Kostnadsreduserende løsninger som gir gevinstrealisering • Produksjonsplanlegging med stikkord: – God fremdrift – God kvalitet – Ivaretakelse av ytre miljø og SHA	• Stille krav til entreprenørens erfaring og organisasjon i konkurransegrunnlaget. Evaluering av både pris og kompetanse vil kunne bidra til å velge det mest økonomisk fordelaktige tilbudet for byggherren. • Legge inn incentiver i konkurransegrunnlaget som fremmer kostnadsbesparende tiltak fra entreprenøren, samt sikrer oppnåelse av delfrister og sluttfrist. Dette kan sikre prosjektet fremdrifts- og kvalitetsmessig, samt ivareta både prosjektets og byggherrens omdømme. • Stille krav til riktig kompetanse i byggherreorganisasjonen, slik at byggherren til enhver tid legger til rette for at entreprenøren kan ha god gjennomføringsevne. Dette ved at byggherreleveranser og avklaringer skjer rettidig i prosjektet. • Avholde samarbeidsmøter/-konferanser der prosjektets leveranser og kvaliteter avklares ved oppstart av delprosesser, samt at det sikres felles forståelse av oppgaven og gjennomføringen av prosjektet.
Samhandling	• Etablere fora for relasjonsbygging mellom byggherre og entreprenør. Dette for å redusere utfordringer som ligger i ulikheter i kultur. • Kommunikasjon byggherre/entreprenør: Ukentlige møter som omhandler geologiske spørsmål og andre tekniske spørsmål.
Kompetanse og kapasitet • Konsekvenser av utskiftinger av viktig kompetanse og kapasitet i byggherrens og entreprenørens organisasjoner	• Erfarne medarbeidere hos byggherre • Kreve at entreprenører på forhånd avklarer med byggherre dersom de bytter ut noen av sine arbeidere. • Bevare kontinuitet i prosjekterende og ansvarlig personell for tekniske løsninger på byggeplass. • Kontrollere at ekspertpersonell oppgitt i tilbudet er de som er tilgjengelig for prosjektet or entreprenør • Besørge tilstrekkelig størrelse på organisasjoner både hos entreprenør og byggherre, for å sikre nødvendig kapasitet til å håndtere komplekse situasjoner. • Definerer kritiske parametere/rammebetingelser for entreprenør. Fastsette nødvendige grenseverdier som entreprenøren skal styre etter.

SUKSESSFAKTORER

Tabell 3 Suksessfaktorer med tilhørende anbefalte tiltak

Suksessfaktorer	Anbefalte tiltak
Sikre god kjennskap til og styring av det som blir en Norges største samferdselskontrakter, i alle nivåer av prosjektorganisasjonen	• Aktivt benytte kontraktens styrende dokumenter i byggemøter og interne møter. • Sikre at alle i organisasjonen kjenner kontraktsdokumentet og interne KS-dokumenter, gjennom intern kursing og oppfølging

Suksessfaktorer	Anbefalte tiltak
Ivareta grensesnittproblematikk	• Sørge for å medta og ivareta all risiko med grensesnittutfordringer i kontrakt (konkurransegrunnlag) • Sørge for lik ordlyd i alle kontrakter slik at entreprenørene har lik forståelse av kontraktsgjennomføring i grensesnitt • Være konsistent og samkjørt i organisasjonen ved håndtering av spørsmål vedrørende grensesnitt • Bruk av felles kommunikasjonssystem, prosjekthotell
Etablere kommunikasjonsplan med aktiv oppfølging av denne for å håndtere interessenter, spesielt i forhold til trafikkomlegging og støy	• En kommunikasjonsplan for håndtering av interessenter bør utarbeides • Informasjon bør distribueres i tide og være utformet slik at forhold i prosjektet ikke kommer overraskende på lokalbefolkningen
Tilgang på kompetent personell, byggherrens prosjektorganisasjon	• Oppfølging entreprenør mht. kvalitet • Opplæring av egen organisasjon i EPC-kontrakt • Sikre at nøkkelpersonell beholdes i anleggsfasen
Kartlegging av interessenter	• Ha god oversikt over prosjektets interessenter gjennom kvalitative interessentanalyser • Rett nivå på interessenters påvirkningsgrad • Omforente avtaler med viktige grunneiere
Kvalitetskontroll underveis	• Sikre nødvendig kvalitet (materialer og løsninger) på gjennomført arbeid av entreprenøren. Dette for å unngå avvik som blir «for sent» å rette opp og som byggherren må leve med.
Insentivløsninger	• Kompensasjonsløsninger • EPC-kontrakter med stor fleksibilitet på løsninger og nært samarbeid mellom byggherre og entreprenør • Kompensasjon ved oppnådd milepeler

FALLGRUVER

Fallgruver for det enkelte delprosjekt omtales i rapporten. Overordnet anser EKS at de fremste fallgruvene er kontraktmekanismer som slår uheldig ut, ineffektiv eierstyring med sene beslutninger, og at prosjektet får ikke tilgang på rett kompetanse til rett tid. Ivaretakelse av suksessfaktorene og implementering av foreslåtte risikoreduserende tiltak vil bidra til redusert risiko, men disse fallgruvene bør uansett følges opp av JBV og departementet, som kan bidra til å unngå disse, spesielt eierstyringen og ressurstilgangen.

FORENKLINGER OG REDUKSJONER

EKS har vurdert mulige elementer som kan føres på en kuttliste. For hhv. D&B (Drill & Blast)- og TBM-entreprisen registrerer EKS at prosjektet har medtatt avgreining til Godsterminalen på Alnabru i tunnelløpene som eneste element på kuttlisten i dokument UOS-00-A-90030. Dette er tatt ut av prosjektet og er ikke lengre aktuelt. JBV har selv ikke utviklet en egen kuttliste for prosjektet.

Prosjekter med tunnelentrepriser er styrt av gjeldende regelverk med hensyn til utforming og teknisk utstyr. Av forhold som det kan diskuteres å føre på kuttliste for D&B-entreprisen, altså entreprisen for den konvensjonelle tunneldriften, er:

- **Enklere løsning for vann- og frostsikring (VF):** Prosjektet har valgt membran og full utstøping. Det er diskutert alternative løsninger for VF som tunnelelementer og PE-skum. Med

krav til hastighet på 250km/t og levetid på 100 år, er det membran og full utstøping som fyller kravene best. LCC-kostnaden blir vesentlig lavere med en slik løsning. EKS støtter prosjektets valg av VF-løsning. Medas ikke på kuttlisten.

- **Enklere dører til tverrslagstunnelene:** Hver dør har en estimert kostnad pålydende i underkant av 700.000. Med 42 tverrslag medfører dette en kostnad på cirka 56 mill. kr. Halvering av dørkostnaden medfører dermed en besparelse på omtrent 28 mill. kr. EKS fraråder imidlertid dette. Relevante sammenlignbare prosjekter som Koralm har negative erfaringer med prosjektering av «rimelige» dører. Testing av disse installert viste at dørene ikke oppfylte stilte krav. Medtas derfor ikke på kuttliste.
- **Reduksjon i kvalitet og utforming av rømningstunneler:** Prosjektet har optimalisert valgt løsning og løsningen imøtekommer aktuelle krav. I tillegg er det valgt en enklere løsning på VF. EKS ser ikke noen muligheter for kutt. Medtas ikke på kuttliste.
- **Forenklinger på betongportaler til tunnelene**: Det kan være muligheter for forenkling av portalenes utforming. Dette vil gi noe besparelse. EKS mener dette er så små besparelser at det gir ubetydelig effekt på totalsummen. Medtas ikke på kuttliste.
- **Inngående Østfoldbane beholdes i dagens trasé** med visse tilpasninger: EKS mener valgt løsning er tilpasset prosjektets behov. Imidlertid bør prosjektet vurdere om en enklere løsning kan være aktuell. EKS har ikke tilgjengelig grunnlaget for enn fullverdig vurdering av konsekvensene av en slik løsning eller om dette er mulig. EKS ønsker derfor ikke å foreslå dette som kutt, kun et innspill til vurdering. Medtas ikke på kuttliste.

EKS mener prosjektet har optimalisert valgte løsninger og traseer gjennom en lang prosjekterings-periode. Mange løsninger har vært diskutert og prosjektløsninger har endret seg med større modningsgrad. EKS ser ikke at det er mulig å medta kutt i tunnelentreprisene uten at dette medfører redusert kvalitet eller vil være i strid med gjeldende regelverk.

Det som gjenstår er prosjektets kuttliste i UOS-00-A-90030, som EKS kan tiltre:

Ski:

- Reduksjon plattformer Ski stasjon – til sammen 13,5 mill. kr.
- Enklere løsning for tunnelventilasjon for Langhus - Ski – 3,0 mill. kr.
- Redusere lengde på betongtunneler for Langhus - Ski – 20,0 mill. kr. (Lange tunneler i stedet for åpen skjæring bygges av miljøhensyn / krav fra ekstern miljømyndighet).

Innføring Oslo S:

- Ta ut lokk v/Ladegården – 4,0 mill. kr.

Ingen av disse anbefales tatt i grunnkalkylen. For øvrige delprosjekter har ikke EKS funnet kutt det er verdt å nevne. Total kuttliste EKS kan tiltre er dermed i størrelsesorden 40 mill. kr.

INNHOLDSFORTEGNELSE

Superside 1

Forord 3

Sammendrag og hovedkonklusjoner 4

Bakgrunn 4

Hovedkonklusjoner 4

Styringsunderlag 4

Kostnadsoverslag 4

Prosjektets omfang med endringer 5

Forenklinger og kuttliste 5

Tunnelens hastighetsdimensjonering 5

TBM som drivemetode, logistikk på og under bakken 5

EPC som kontraktsform og prosjektets kontraktstrategi 5

Eierstyring og prosjektorganisering 6

Prosjektets usikkerhet 6

Styrings-og kostnadsramme for prosjektet 7

Anbefalte tiltak 8

Suksessfaktorer 9

Forenklinger og reduksjoner 10

1 Innledning 17

1.1 Kvalitetssikrers oppdrag 17

1.2 Om prosjektet 18

1.2.1 Bakgrunn for prosjektet 19

1.2.2 Historikk og status i prosjektet 19

1.2.3 Utvikling i kostnads-og bevilgningsbilde 22

1.2.4 Prosjektets omfang 24

1.2.5 Grensesnitt og avgrensninger 26

1.2.6 Organisering 28

1.2.7 Fremdrift 29

2 Vurdering av sentrale forhold i prosjektet 32

2.1 TBM som drivemetode 32

2.2 Dimensjonerende hastighet 33

2.3 Transport og deponi av masser 33

2.4 Geologiske og geotekniske forhold 34

2.5 Ekebergåsen 36

2.6 Samtidig drift 37

2.7 Prosjektorganisasjonen 38

2.8 Signal- og sikringsanlegg 38

3 Kontroll av grunnleggende forutsetninger 39

3.1 Forutsetninger for valg av konsept 39
3.2 Komplett estimat og transparens 41
3.2.1 Vurdering opprinnelig kostnadsgrunnlag 41
3.2.2 Vurdering ny sammenstilling av kostnadsgrunnlaget 42
4 Vurdering av styrende dokumentasjon 42
4.1 Styringsdokument 42
4.2 Revidert styringsdokument 43
5 Gjennomgang av kontrakt- og entreprisestrategi 43
5.1 Prosjektets valgte kontraktstrategi 43
5.2 Valg av drivemetode 44
5.3 Vurdering av kontraktstrategi 44
5.4 berørte punkter vedrørende kontrakt- og anskaffelses-strategi 45
5.5 TBM-kontrakten – status, fremdrift og godkjennelser 46
5.6 overordnet prosjektfremdrift 46
6 Gjennomgang av basisestimat 47
6.1 Innføring Oslo S 49
6.1.1 IOS – Opprinnelig basisestimat 49
6.1.2 IOS - Vurdering av prosjektets basisestimat 50
6.1.3 IOS - Justert basisestimat eks 50
6.2 Konvensjonell tunneldrift – D&B 54
6.2.1 D&B - Opprinnelig basisestimat 54
6.2.2 D&B - Vurdering av prosjektets basisestimat 54
6.2.3 D&B - Justert basisestimat 55
6.3 Tunnelboring – TBM 58
6.3.1 TBM - Opprinnelig basisestimat 58
6.3.2 TBM - Vurdering av prosjektets basisestimat 59
6.3.3 TBM - Justert basisestimat 61
6.4 Dagsone og Ski Stasjon 64
6.4.1 SKI - Opprinnelig basisestimat 64
6.4.2 Ski - Vurdering av prosjektets basisestimat 65
6.4.3 Ski - Justert basisestimat Dagsone 66
6.5 Jernbaneteknikk 69
6.5.1 JBT - Opprinnelig basisestimat 69
6.5.2 JBT - Vurdering av prosjektets basisestimat 71
6.5.3 JBT - Justert basisestimat 71
6.6 Signal 74
6.6.1 Signal - Opprinnelig basisestimat 74
6.6.2 Signal - Vurdering av prosjektets basisestimat 75
6.6.3 Signal - Justert basisestimat 76

6.7 Felleskostnader 80
6.7.1 Felleskostnader - Opprinnelig basisestimat 80
6.7.2 Felleskostnader - Vurdering av prosjektets basisestimat 80
6.7.3 Byggherre - Justert basisestimat 80
7 Usikkerhetsanalyse 81
7.1 Beregningsforutsetninger 81
7.2 Estimatusikkerhet 81
7.3 Usikkerhetsfaktorer 82
7.3.1 Kvantifisering av usikkerhetsfaktorer 83
8 Analyseresultater og diskusjon 84
8.1 Samlet prosjekt/Follobanen 85
8.1.1 Samlet - Prosjektnedbrytningsstruktur 85
8.1.2 Samlet – Akkumulert sannsynlighetskurve 85
8.1.3 Samlet - Analyse av usikkerhetsbilde 86
8.1.4 Samlet – Tiltak for å redusere og begrense usikkerhet 86
8.1.5 Samlet – Kritiske suksessfaktorer 88
8.2 Innføring Oslo S 88
8.2.1 IOS - Prosjektnedbrytningsstruktur 88
8.2.2 IOS - Akkumulert sannsynlighetskurve 89
8.2.3 IOS - Analyse av usikkerhetsbilde 89
8.2.4 IOS - Tiltak for å redusere og begrense usikkerhet 91
8.2.5 IOS - Kritiske suksessfaktorer og fallgruver 93
8.3 D&B 93
8.3.1 D&B - Prosjektnedbrytningsstruktur 93
8.3.2 D&B - Akkumulert sannsynlighetskurve 94
8.3.3 D&B - Analyse av usikkerhetsbilde 94
8.3.4 D&B - Tiltak for å reduserE og Begrense usikkerhet 95
8.3.5 D&B- Kritiske suksessfaktorer og fallgruver 97
8.4 TBM 100
8.4.1 TBM - Prosjektnedbrytningsstruktur 100
8.4.2 TBM - Akkumulert sannsynlighetskurve 100
8.4.3 TBM - Analyse av usikkerhetsbilde 101
8.4.4 TBM - Tiltak for å redusere og begrense usikkerhet 102
8.4.5 TBM - Kritiske suksessfaktorer og fallgruver 104
8.5 Dagsone og Ski Stasjon 106
8.5.1 Ski - Prosjektnedbrytningsstruktur 106
8.5.2 Ski - Akkumulert sannsynlighetskurve 107
8.5.3 Ski - Analyse av usikkerhetsbilde 107
8.5.4 Ski - Tiltak for å redusere og begrense usikkerhet 109
8.5.5 Ski - Kritiske suksessfaktorer og fallgruver 111

8.6 Jernbaneteknikk ... 112
8.6.1 JBT - Prosjektnedbrytningsstruktur ... 112
8.6.2 JBT - Akkumulert sannsynlighetskurve ... 112
8.6.3 JBT - Analyse av usikkerhetsbilde ... 112
8.6.4 JBT - Tiltak for å redusere og begrense usikkerhet ... 113
8.6.5 JBT - Kritiske suksessfaktorer og fallgruver ... 114
8.7 Signal ... 115
8.7.1 Signal - Prosjektnedbrytningsstruktur ... 115
8.7.2 Signal - Akkumulert sannsynlighetskurve ... 115
8.7.3 Signal - Analyse av usikkerhetsbilde ... 115
8.7.4 Signal - Tiltak for å redusere og begrense usikkerhet ... 117
8.7.5 Signal - Kritiske suksessfaktorer og fallgruver ... 118
8.8 Felleskostnader ... 119
8.8.1 Felleskostnader - Prosjektnedbrytningsstruktur ... 119
8.8.2 felleskostnader – Akkumulert sannsynlighetskurve ... 119
8.8.3 felleskostnader – Analyse av usikkerhetsbilde ... 120
8.8.4 Felleskostnader - Tiltak for å redusere og begrense usikkerhet ... 120
8.8.5 Byggherre - Kritiske suksessfaktorer og fallgruver ... 120
8.9 Forenklinger og reduksjoner ... 120
8.10 Tilrådning til organisering og styring av prosjektet ... 122
8.11 Tilrådning til styrings-og kostnadsramme ... 123
Vedlegg 1 Samtale- og prosessdeltakere ... 124
Vedlegg 2 Dokumentoversikt ... 133
Vedlegg 3 Notat 1 ... 146
Vedlegg 4 Notat 2 ... 162
Vedlegg 5 Notat 3 – Vurdering av tbm som drivemetode ... 167
Vedlegg 6 Notat 4 ... 186
Konklusjon ... 186
Bakgrunn ... 186
Kvalitetssikring av dokumentasjon ... 186
Kontraktstrategi ... 186
Kalkyler ... 187
Videre fremdrift ... 188
Vedlegg 7 Delprosjekt Oslo S ... 191
IOS - Basisestimat ... 191
IOS - Prosjektnedbrytningsstruktur ... 193
IOS - Andre sentrale forhold ... 194
IOS - Estimatusikkerhet ... 195
IOS - Usikkerhetsfaktorer ... 208

Vedlegg 8 Delprosjekt D&B 221
D&B - Basisestimat 221
D&B - Prosjektnedbrytningsstruktur 226
D&B - Estimatusikkerhet 226
D&B - Usikkerhetsfaktorer 253
Vedlegg 9 Delprosjekt TBM 262
TBM - Basisestimat 262
TBM - Prosjektnedbrytningsstruktur 263
TBM - Estimatusikkerhet 264
TBM - Usikkerhetsfaktorer 281
Vedlegg 10 Delprosjekt Dagsone og Ski stasjon 288
Ski - Basisestimat 288
Ski - Prosjektnedbrytningsstruktur 289
Ski -Andre sentrale forhold 289
Ski - Estimatusikkerhet 290
Ski - Usikkerhetsfaktorer 312
Vedlegg 11 Delprosjekt Jernbaneteknikk 320
JBT - Basisestimat 320
JBT - Prosjektnedbrytningsstruktur 322
JBT - Estimatusikkerhet 323
JBT - Usikkerhetsfaktorer 337
Vedlegg 12 Delprosjekt Signal 345
Signal - Basisestimat 345
Signal - Prosjektnedbrytningsstruktur 346
Signal - Estimatusikkerhet 347
Signal - Usikkerhetsfaktorer 353
Vedlegg 13 Felleskostnader, grunnerverv 359
Felleskostnader - Basisestimat 359
Felleskostnader - Prosjektnedbrytningsstruktur 359
Felleskostnader - Andre sentrale forhold 360
Felleskostnader - Estimatusikkerhet 360
Felleskostnader - Usikkerhetsfaktorer 375
Vedlegg 14 Follobanen overordnet 383
Overordnet - Basisestimat 383
Overordnet - Prosjektnedbrytningsstruktur 384
Overordnet - Estimatusikkerhet 384
Overordnet - Usikkerhetsfaktorer 390

1 INNLEDNING

1.1 KVALITETSSIKRERS OPPDRAG

HENSIKT MED KS2

Hensikten med kvalitetssikringen er, i følge Rammeavtalen, å gi Oppdragsgiver en uavhengig analyse av prosjektet før det legges frem for Stortinget. Vurdering av risikoen knyttet til kostnadene, fremdrift og ytelse, vil være sentrale deler av dette grunnlaget. Analysen skal også kartlegge styringsmessige utfordringer i de gjenstående faser av prosjektet.

OPPDRAGETS LEVERANSE

Rammeavtalen beskriver at EKS skal levere en rapport til Oppdragsgiver som skal konkludere med en tilråding om:

a) Kostnadsramme inklusive nødvendig avsetning for usikkerhet for at prosjektbudsjettet skal holde.

b) Hvordan prosjektet skal styres for at kostnadsrammen skal holde, herunder foreslå organisatorisk forankring av autorisasjon til å trekke på usikkerhetsavsetningen.

Etter behov utarbeides det i tillegg arbeidsdokumenter underveis i prosessen. Disse legges ved sluttrapporten.

I avropet beskriver Oppdragsgiver leveransen slik:

For å holde framdriften for ulike delprosjekter i Follobaneprosjektet, er det ønskelig med delleveranser fra kvalitetssikrer før endelig sluttrapport ferdigstilles. Dette har sammenheng med planlagt framdrift for følgende delprosjekt: Forberedende arbeider planlagt gjennomført i 2014, prekvalifisering knyttet til hovedkontraktene for hhv Oslo S og dagsone Ski, og utsending av tilbudsforespørsler knyttet til tunnelentreprisene. Etter bestilling fra oppdragsgiverne, oversendte kvalitetssikrer medio desember 2013 en egen vurdering (Notat 3) av om det er identifisert forhold som etter konsulentens mening rokker ved Jernbaneverkets valg av drivemetode (TBM). Dersom identifiserte forhold skulle tilsi at det burde gjøres en fornyet vurdering av valg av drivemetode, skulle kvalitetssikrer gi en anbefaling om forholdene var såpass omfattende at de ville oppveie ulempene med å endre valg av drivemetode.

Notat 3 fra kvalitetssikrer skal oppdateres i løpet av januar 2014, jf. plan for videre fremdrift i Notat 4.

Foreløpige resultater og konklusjoner i KS2-rapporten presenteres for oppdragsgiverne innen torsdag 27. mars 2014. Rapporten ferdigstilles senest innen mandag 7. april 2014.

OPPDRAGETS OMFANG

Et KS2-oppdrag omfatter kvalitetssikring av prosjektets dokumentasjon, som forutsettes å være utarbeidet før kvalitetssikringen starter. Rammeavtalen omtaler følgende elementer som skal inngå i kvalitetssikringen:

- Gjennomgang av prosjektkonseptet for å etterse at prosjektet er veldefinert og entydig avgrenset.
- Gjennomgang av sist oppdaterte versjon av Det sentrale styringsdokumentet for å gi en vurdering av om dette gir et tilstrekkelig grunnlag for estimeringen, usikkerhetsvurderingen og den etterfølgende styring av prosjektet.
- Kontroll av kostnadsestimatene, som skal være på basisnivå, med hensyn på transparens. Det skal påses at prosessen bak fremskaffelsen av tallstørrelsene er dokumentert og etterprøvbar.
- Vurdering av de ulike kontraktstrategiene som skal foreligge hos prosjektet, og gi en begrunnet

tilråding om hvilken som bør velges.

- Kartlegging av prosjektspesifikke suksessfaktorer og fallgruver, og foreslå relaterte operative muligheter og tiltak.
- Analyse og kvantifisering av prosjektets usikkerhetsbilde.
- Tilråding om kostnadsramme og styringsramme for prosjektet.
- Tilråding om hvordan prosjektet bør organiseres og styres for å kunne realiseres på en mest mulig kostnadseffektiv måte.

Dette oppdraget omfattet en utvidet kvalitetssikring av styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjektalternativ (KS2) for Follobanen. Dette beskrives slik i avropet:

Follobanen er et omfattende og kostbart prosjekt. Oppdragsgiver vil derfor understreke behovet for at det gjennomføres en grundig kvalitetssikring av styringsunderlag og kostnadsoverslag. I Jernbaneverkets styringsdokument refereres det til identifiserte forslag til kostnadsreduserende tiltak som vil vurderes implementert som prosjektendringer. Oppdragsgiver ber i denne sammenheng om at kvalitetssikrer gjør en særlig vurdering av prosjektets omfang, herunder hvilke endringer det planlegges for, samt kuttliste. Kvalitetssikrer skal også vurdere om det er tids- og kosnadssvarende å dimensjonere for 250 km/ t versus 200 km/t, jf. NTP 2014-2023.

OBJEKTBESKRIVELSE

Avropet inneholder følgende objektbeskrivelse:

Det eksisterende dobbeltsporet på Østfoldbanen har ikke tilstrekkelig kapasitet til å møte verken dagens transportbehov eller forventet trafikkvekst. For å øke kapasiteten på strekningen mellom Oslo S og Ski stasjon, planlegges det derfor å bygge et nytt dobbeltspor, Follobanen, på denne strekningen. Follobanen skal i et samspill med Østfoldbanen legge til rette for et markedstilpasset togtilbud i Sørkorridoren. Tiltaket kan sammenlignes med Romeriksporten og Askerbanen. Med Follobanen er strategien med fire spor innenfor det sentrale Oslo-området i hovedsak fullført.

Follobanen vil gjøre det mulig å øke frekvensen på togene sør for Ski stasjon og på dagens stasjoner mellom Oslo og Ski, i tillegg til at direktetog mellom Ski og Oslo kan trafikkere Follobanen. Den økte kapasiteten vil bidra til bedre regularitet for alle tog i Sørkorridoren. Togene på Follobanen vil kunne halvere kjøretiden mellom Oslo S og Ski stasjon, fra dagens 22 minutter til om lag 11 minutter. En utvidelse og ombygging av Ski stasjon inngår i prosjektet. Ski stasjon vil gjennom dette bli styrket som et viktig kollektivknutepunkt for Folloregionen.

Follobanen blir den innerste delen av en modernisert og oppgradert IC-strekning mot Halden, og vil også bidra til økt kapasitet for godstransport i Sørkorridoren.

Prosjektet omfatter bygging av nytt dobbeltspor på den 22 km lange strekningen mellom Oslo S og Ski stasjon. Med unntak av innføringen til Oslo S og Ski stasjon, har Jernbaneverket lagt opp til at strekningen dimensjoneres for en hastighet på 250 km/t. Banen dimensjoneres for både person- og godstrafikk. I det foreliggende plangrunnlaget er det tilrettelagt for en framtidig avgrening for godstrafikk til Alnabru.

1.2 OM PROSJEKTET

I dette kapittelet blir prosjektet overordnet presentert. Følgende områder blir presentert: Bakgrunnen for prosjektet, historikk og status i prosjekt, utvikling i kostnads- og bevilgningsbildet, prosjektets omfang, grensesnitt og avgrensninger, organisering og fremdrift.

1.2.1 BAKGRUNN FOR PROSJEKTET

Strekningen Oslo – Ski er en av landets mest trafikkerte togstrekninger og er overbelastet i deler av døgnet. Allerede i Norsk Jernbaneplan 1998-2007 påpekes det at for liten sporkapasitet på Østfoldbanen gjør at Jernbaneverket (JBV) ikke kan gi markedet det tilbudet som etterspørres. Det gjelder både reisetid, frekvens og punktlighet.[1]

Det forventes i dette området 30 prosent befolkningsvekst innen 2015. Innen 2025 ventes det 11 000 flere reisende hver dag, nær 70 prosent økning i togpassasjerer frem til Oslo S i rushtid, om lag 5 800 færre bilturer per døgn, om lag 750 færre trailere per døgn og redusert CO2-utslipp.[2]

Nytt dobbeltspor Oslo – Ski (Follobanen) kan redusere reisetiden mellom Oslo og Ski fra 22 minutter til 11 minutter. Dette gir økt kapasitet på strekningen, samt muliggjør overføring av både person- og godstrafikk.

Samfunnsmålene i prosjektet gjenspeiler regjeringens overordnete mål for transportpolitikken, og er i henhold til bl.a. NTP 2014-2023: "Å tilby et effektivt, tilgjengelig, sikkert og miljøvennlig transportsystem som dekker samfunnets behov for transport og fremmer regional utvikling." I sentralt styringsdokument per 16.12.2013 er samfunnsmålet med Follobanen: «Å bygge et sikkert og effektivt transportsystem som i samspill med eksisterende dobbeltspor knytter bo- og arbeidsområdene i Sør-korridoren godt sammen.»

Effektmålene i Follobanen er delt i tre:

- Høyere frekvens og regularitet for både person- og godstog mellom Oslo og Ski
- Halvering av reisetiden for tog som kjører direkte mellom Oslo og Ski
- Oppetiden for infrastrukturen mht. punktlighet skal være minimum 99,4 prosent for å nå målsettingen om punktlighet i forhold til Grunnrute 2040.

Effektmålene har blitt endret fra forrige versjon av styringsdokumentet. Dette vil bli videre forklart i kapittel 4 «Vurdering av styrende dokumentasjon». Miljømål og universell utforming reflekteres ikke i samfunns- eller effektmålene, men følger av overordnede føringer og forskrifter.

1.2.2 HISTORIKK OG STATUS I PROSJEKTET

HISTORIKK

Historien om Follobanen strekker seg tilbake til 1988, da Stortinget vedtok å bygge Norges nye hovedflyplass på Hurum. I den forbindelse startet planene om utvidelse av kapasiteten på togstrekningen mellom Oslo og Ski. Daværende NSB utredet prosjektet i 1989, basert på et nytt enkeltspor. Selv om flyplassen på Hurum ikke ble bygget, viste det seg at et enkeltspor ikke ville tilfredsstille kravene om økt kapasitet. Det førte til ideen om et nytt dobbeltspor mellom Oslo og Ski.

Jernbaneverket vedtok i 1995 en hovedplan for en trasé som inkluderte stasjonstilknytning til Hauketo, Kolbotn, Vevelstad og Ski. I 2007 ble det gjennomført en oppdatering av analysene som lå til grunn for den tidligere vedtatte hovedplanen. I de oppdaterte analysene ble det konkludert med at en direkte trasé mellom Oslo S og Ski ga størst samfunnsøkonomisk nytte.

Utbyggingen av Follobanen inngår i et større prosjekt kalt Intercity-strekningene. Intercity er en fellesbetegnelse for togstrekningene Oslo – Skien, Oslo – Halden og Oslo – Lillehammer. I forbindelse med grunnlagsarbeidet for NTP 2014-2023 utarbeidet Jernbaneverket en konseptvalgutredning (KVU) for hver av de tre Intercity-strekningene. KVUen for strekningen Oslo-Halden, der Follobanen inngår, ble ferdigstilt i februar 2012, hvor Jernbaneverket la frem en anbefalt løsning basert på sammenhengende

[1] "Nytt dobbeltspor Oslo-Ski, Samfunnsgeografiske perspektiver", Samfunns- og næringslivsforskning AS (SNF) 30.5 2008
[2] http://www.jernbaneverket.no/follobanen

dobbeltspor med stopp i alle Østfold-byene. Konseptvalgutredningen ble videre behandlet i KS1 gjennomført av Dovre Group og Transportøkonomisk Institutt. Anbefalingen fra KS1 var utbygging av Follobanen, i første rekke begrunnet av kapasitets- og punktlighetsnytte.

Jernbaneverket la NTP 2010-2019 til grunn for videre planlegging og bygging av det nye dobbeltsporet. Prosjektet har siden den gang vært et prioritert prosjekt i Nasjonal Transportplan, med egen post i statsbudsjettet. Tiltaket ble planlagt gjennomført som et sammenhengende utbyggingstiltak med byggestart i 2013 og ferdigstillelse i 2018. Planprogrammet ble fastsatt av SD i september 2010, med en rekke føringer. Disse omfattet i hovedsak valg av trasé og tunnelkonsept, videre gjennomføring av planprosessen og samspillet mellom Follobanen og Østfoldbanen.

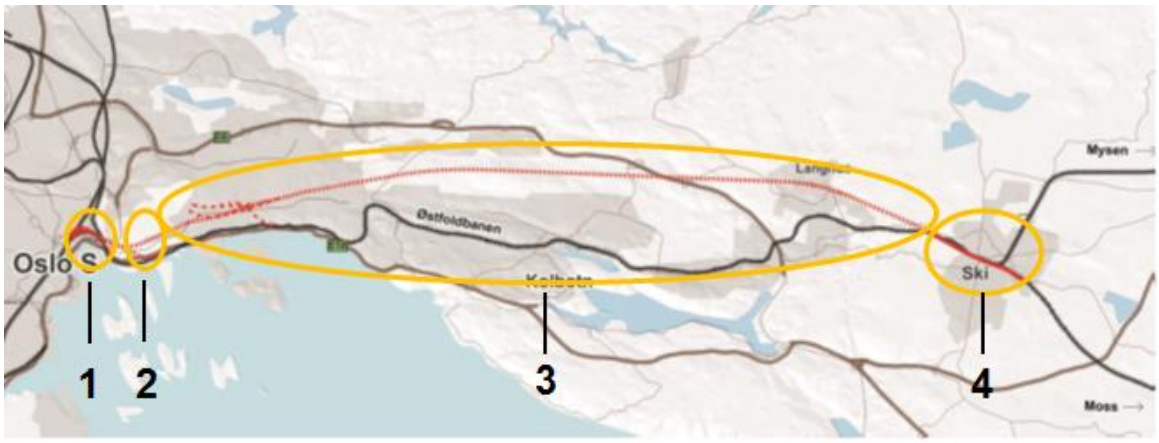
I utredningsarbeidet ble det vurdert 4 tunellkonsepter basert på kombinasjoner av antall løp, rømningsveier og drivemetode. Ved fastsettelse av planprogram sluttet SD seg til JBVs vurdering om at nytt dobbeltspor på strekningen Oslo-Ski skal bygges med to separate løp.

For utredningsprosessen ga SD føring om at det skulle utarbeides en selvstendig konsekvensutredning for hele tiltaket. På grunnlag av denne utredningen skulle SD fastlegge trasé. Valgt trasé ble lagt til grunn for utarbeidelse av reguleringsplaner for tiltaket i de aktuelle kommunene (Oslo, Oppegård og Ski). SD godkjente konsekvensutredningen og program for supplerende utredninger i reguleringsplanarbeidet i mars 2012.

På JBVs prosjektstyremøte den 18.10.12 ble det besluttet å bruke 4 TBM for bygging av tunnelene på Follobanen med angrepspunkt på Åsland. Det ble i tillegg planlagt at siste strekningen inn mot Oslo S skal drives med konvensjonell sprengning.

I NTP 2014-2023 presenteres Follobanen som det viktigste enkelttiltaket regjeringen iverksetter i planperioden. Hovedarbeidene er planlagt å starte opp ved inngangen til NTPs planperiode, men viktig forberedende arbeid er allerede påbegynt.

En viktig milepæl for Follobaneprosjektet ble nådd august 2013 da reguleringsplanene for alle tre involverte kommunene var blitt godkjent. Follobaneprosjektet er i gang med prekvalifisering av entreprenører for fire store totalentrepriser, som skal lyses ut nasjonalt og internasjonalt, for bygging av det som er Norges hittil største fastlandsbaserte prosjekt. Prosjektet vil i tillegg til 22 kilometer dobbeltspor omfatte utbygging av en 19,5 km lang jernbanetunnel drevet med både TMB og konvensjonell sprengning, innføring til Oslo S og ombygging av Ski stasjon inklusive dagstrekning mellom Langhus og Ski stasjon.



Figur 3 Follobanens trasé mellom Oslo S og Ski stasjon med markering av de fire delprosjektene[3]

[3] Bildet er hentet fra: Sentralt Prosjektstyringsdokument

Follobanen deles inn i 4 delprosjekter som vist i Figur 3:

1. Innføring Oslo S
2. Tunnel som drives konvensjonelt (D&B) – Den innerste delen av Follobanen som skal drives konvensjonelt, samt tunnelen for inngående Østfoldbane.
3. Tunnelen som skal drives med TBM
4. Ski stasjon inklusive dagstrekning mellom Langhus og Ski stasjon

STATUS INNFØRING OSLO S (IOS)

Reguleringsplan for IOS-delen av Follobanen ble godkjent på sensommeren i 2013. Man har på denne delen av Follobanen startet med forberedende arbeider, hvor man i hovedsak setter konsentrerer seg om elementer som kan redusere risiko for kostnad og fremdrift videre i prosjektet. Dette gjelder blant annet arkeologi, forberedende arbeider i grunn og riving og fjerning.

Det er per dags dato ikke vedtatt endelig design og kostnadsfordeling på Middelalderparken og broen på Bispegata.

STATUS TUNNEL DREVET KONVENSJONELT (D&B)

D&B er den delen av prosjektet i og rundt Ekebergåsen som skal drives konvensjonelt. Området inkluderer tresporshall, krysning under Ekebergtunnelen, den innerste delen av de to løpene for Follobanetunnelen, samt inngående Østfoldbane.

Det er ingen forberedende arbeider knyttet til D&B alene, men noe forberedende arbeider knyttet til IOS påvirker også denne delen av prosjektet. Reguleringsplanen for forberedende arbeider som påvirker Ekebergåsen er godkjent.

Det er gjennomført prekvalifisering og 6 parter/selskaper er tilbudt å by på totalkontrakten for tunnelarbeid som skal utføres med D&B.

Det har skjedd endringer knyttet til pumpestasjon, og omlegging av Alnaelva har endret omfang etter detaljert masterplan. Endelig plan for atkomsttunneler og ny pumpestasjon er under utarbeidelse.

STATUS TUNNEL DREVET MED TUNNELBOREMASKIN (TBM)

Under detaljplanarbeidet ble tunnelen sett på som et stort prosjekt. Da JBV bestemte seg for å drive tunnelen med TBM ble tunnelen splittet i to delprosjekter, et for konvensjonell sprengning under Ekebergåsen og et for TBM. Reguleringsplanene for tunnelen er godkjente og prosjektet har gjennomført prekvalifisering av hovedkontrakten. Det er planlagt en ytterligere økning av arealet på Åsland for å kunne lagre større andel av massene på riggområdet. Tilhørende reguleringsplan er under evaluering.

Kontrakten på forberedende arbeider på Åsland var ferdig forhandlet i oktober 2013, men på grunn av forsinket tildeling og noen endrete rammebetingelser måtte prosjektet be om revidert pristilbud. Denne kontrakten er klar til tildeling.

STATUS LANGHUS-SKI

Etter at detaljplanen forelå har delprosjektene Dagsonen Langhus-Ski og Ski stasjon blitt slått sammen til ett delprosjekt – delprosjekt Ski. Per i dag er reguleringsplanene for de berørte områdene godkjent, og Jernbaneverket har startet med grunnerverv.

Etter planen skal utvalgte enkeltelementer i prosjektet betales i sin helhet eller delvis finansieres gjennom anleggsbidrag fra tredjeparter. Delprosjektet har kommet langt i forhandlingene om disse avtalene, men kontraktene er per dags dato ikke formalisert.

1.2.3 UTVIKLING I KOSTNADS-OG BEVILGNINGSBILDE

Siden slutten av 1980-tallet har prosjektet utviklet og endret seg. Derav har også beregningsforutsetninger og kostnadsoverslagene variert. Kommentarene nedenfor bør leses på bakgrunn av dette.

Frem til JBV foretok et konseptvalg i 2009 var det fire ulike traséalternativer, henholdsvis VK1 (Ski-Vevelstad og Kolbotn-Oslo S), V2 (Ski-Vevelstad-Oslo S), K3 (Ski-Kolbotn-Oslo S inkludert ny stasjon med ny trasé gjennom Kolbotn) og I4 (Ski-Oslo S). Basert på utredninger var to alternativer som var aktuelle, henholdsvis I4 og K3. JBV anbefalte at konseptet for Follobanen skal være en direktelinje mellom Oslo-Ski (I4). Det ble laget kostnadsoverslag for både konvensjonelt drevet tunnel og tunnel drevet med TBM, hvor det ble estimert kostnader ved valg av to separate løp og et felles løp for hver av drivemetodene. Overslag for investeringskostnader ved bruk av TBM ble i første rekke basert på en prognosemodell for inndrifter og drivekostnader i de aktuelle bergartene, utviklet ved NTH (NTNU), for TBM-boring i harde bergarter, samt at det ble lagt til grunn erfaringer fra en rekke internasjonale prosjekter. Gjeldende budsjettpriser på hovedutstyret som tunnelboremaskiner, bakrigg-systemer, båndtransportører etc. ble innhentet fra ledende produsenter av TBM-utstyr. Restverdien på utstyret ble satt til 15 - 20 prosent. Tunnellengde er 18 km. Kostnadene for Follobanen (I4) ved to separate løp med bruk av TBM ble beregnet til å være 12 475 mill. kr (i 2009 kr).

Siden 2009 har Follobanen vært prioritert i NTP og fått i en egen post på statsbudsjettet. I St.meld. nr. 16 (2008 – 2009) foreslo regjeringen å sette av 11 600 mill. kr (i 2008 kr) til Follobanen, som en del av Nasjonal transportplan 2010-2019. Prosjektet ble oppgitt til å omfatte bygging av et nytt dobbeltspor på strekningen fra Oslo S til og med Ski stasjon.

I Planprogrammet, som ble godkjent av SD i 2010, ble det besluttet at Follobanen skulle bygges som en dyp tunnel uten dagstrekning, samt at nytt dobbeltspor skulle bygges med to separate løp. Det ble også fastsatt at SD vil fastlegge trasévalg som skal reguleres på grunnlag av konsekvensutredningen. Konsekvensutredningen skulle ta utgangspunkt i det østligste (I4) av de to aktuelle alternativene. I konsekvensutredningen opplyses følgende:

Tiltaket er videreutviklet [fra NTP 2010-2019] med en kapasitetssterk løsning for innføring til Oslo S (planfrie sporkryssinger og forbindelser både til Oslotunnelen og endesporene på stasjonen). Østfoldbanen har fått ny innføring i egen tunnel, og tunneltraseene i Ekebergåsen er bearbeidet og optimalisert for å begrense konflikt med etablert infrastruktur (vegtunneler, VA anlegg, fjellhaller og andre anlegg). Videre er nødvendig rehabilitering av jernbanekulverten i Minneparken innarbeidet. Tiltaket er også spesielt tilpasset verdifulle kulturminner og bygninger i Gamlebyen. Disse tiltakene bidrar til en ytterligere økning i kostnadene.

Hastighetsstandard og drivemetode for jernbaneanlegget var ikke valgt på tidspunktet for konsekvensutredningen. Det ble ikke indikert noen kostnadsnivå i konsekvensutredningen, da endelige kostnadstall var avhengige av blant annet overstående valg. JBV oppga at de skulle redegjøre for kostnadsnivået i forbindelse med detaljplanarbeidet.

I konsekvensutredningen, som ble godkjent av SD i 2012, ble det besluttet at begge Follobanesporene i tillegg til Østfoldbanen skal gå gjennom Klypen. SD la til grunn at endelig beslutning om drivemetode skulle tas enten i forbindelse med valg av kontraktstrategi, detalj-/byggeplan eller etter gjennomført anbudsprosess.

JBVs Hovedplan forelå i 2011 og ble godkjent av JBV i 2012. Kostnaden for Follobanen ble beregnet til å bli 19 100 mill. kr (2010 kr) uten mva. Overslag for investeringskostnader ble i første rekke basert på tradisjonell sprengning og drivemetode for tunnel, ballasterte spor både i tunnel og ellers, alternativ Øst (4Ic1) for Innføring Oslo S, alternativ Øst 5 for valg av trase, Langhus-Ski stasjon (dagstrekningen) og det ble lagt til grunn en hastighet på 250 km/h.

Etter hovedplanen ble det besluttet at Follobaneprosjektet ikke skulle omfatte en tilretteleggelse for mulig høyhastighetsbane i egen trasé utenom Ski stasjon. I tillegg ble det foretatt en optimalisering av sporplanen for Ski stasjon og dagstrekningen nord for stasjonen, hvor Østfoldbanen og

Follobanen i større grad er skilt fra hverandre. I forbindelse med utarbeidelse av detaljplanen ble Ski Hensetting skilt ut som et egent prosjekt våren 2012. Det ble også valg at det skulle gå 4 spor i Klypen (Alternativ 4Ic5).

Detaljplanen ble ferdigstilt oktober 2012. Da drivemetode fortsatt ikke var blitt bestemt ble det utarbeidet to overslag for investeringskostnader - ett for tradisjonell sprengning og drivemetode for hele tunnel og ett for bruken TBM for driving av hoveddelen av tunnelen og tradisjonell sprengning i utvalgte deler (portaler etc). I detaljplanen er det lagt til grunn fastspor i tunnel, samt at ble blant annet sporplanen på Ski endret.

Basert på kostnadsestimatene fra detaljplanen som ble ferdigstilt høsten 2012 ble det gjennomført en usikkerhetsanalyse i september/oktober samme året. Forventet prosjektkostnad ved bruk av TBM ble estimert til 21 300 mill. kr (2012 kr) inklusiv påløpte kostnader. Overslaget var basert på konseptet i detaljplanen og var kostnadsberegnet ved en kvantitativ usikkerhetsanalyse.

I det etterfølgende avsnittet gjennomgås endringer i prosjektet fra detaljplan frem til og med prosjektets kostnadsestimat februar 2014 i mer detalj.

FRA DETALJPLAN TIL PROSJEKTETS BASISESTIMAT 2013

De største endringene som har tilkommet prosjektet etter detaljplanen ble ferdigstilt i oktober 2012 er oppsummert i tabellen under.

Tabell 4 Endringer fra detaljplan til prosjektets basisestimat 2013

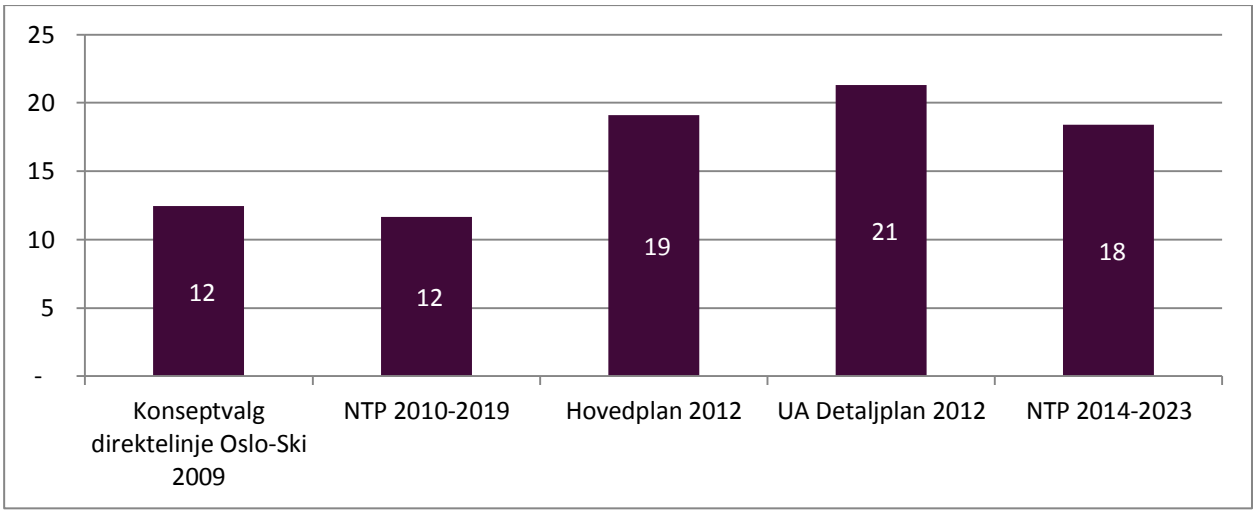
Delprosjekt	Endringsmelding	Beskrivelse	mill. kr 2013
IOS inkl. signal og JBT	130-004	Tiltak 7,8 og 9 inklusiv signal og jernbaneteknikk, samt felleskostnader entreprenør	123
D&B	140-009, 140-014, 140-015, 140-019 og endring massehåndtering	Den største endringen er endring av grensesnitt som medførte en reduksjon på -746 mill. kr (140-009). De øvrige endringene er mindre tillegg i kostnader.	-665
TBM	140-009-140-013, Forberedende arbeider Åsland, massetransport og deponi	Underbygning (353,7 mill. kr) og JBT (1,7 mill. kr)	355,5
	Cost by debranshing of track, Furubråtveien	Avgrening til Alna tatt ut etter detaljplan (ikke registrert med endringsmelding) – 180 mill. kr	-180
Ski inkl. signal og JBT	110-001 og 110-002, 160-008 – 160-021, 170-008 – 170-021	Underbygning (-2,7 mill. kr) og overbygning/JBT (4,6 mill. kr)	1,9
Felleskostnader Byggherre inkl grunnerverv		Off. plan (økning pga revidert ferdigstillelse fra aug 2020 til des 2021) (405 mill. kr) og øvrig inkl grunnerverv (8,5 mill. kr)	413,5
Sum			**48,8**

De prissatte endringene utgjør til sammen 48,82 mill. kr. Endringene inkluderer følgekostnader som rigg og drift. Endringene er endringer på basisestimatet. I tillegg kommer prisjustering av opprinnelig basisestimat i 2012 kr til 2013 kr. For detaljer rundt EKS' håndtering av endringer i kostnadsestimat fra detaljplanen 2012 frem til Sammenstilt kalkyle februar 2014, se kapittel 6.

I forslag til Nasjonal Transportplan 2014-2023, som ble basert på usikkerhetsanalysen av detaljplanen, ble kostnadsoverslaget for Follobanen beregnet til 20 000 mill. kr (2012 kr), hvorav om lag 18,4 mrd. kr

er nødvendig for å kunne ferdigstille prosjektet i løpet av 2020. Prosjektet oppgir i styringsdokumentet av 16. desember 2013 en anbefalt styringsramme på 20 000 mill. kr, basert på usikkerhetsanalysen, internasjonal benchmarking og vurdering av markedssituasjonen.

Utviklingen i kostnadsestimatene som har ligget til grunn for den politiske prosessen er gjengitt i Figur 4. Her er alle kostnadsestimater (forventningsverdien/P50) regnet om til 2013 kr ved bruk av byggekostnadsindeks for veganlegg.



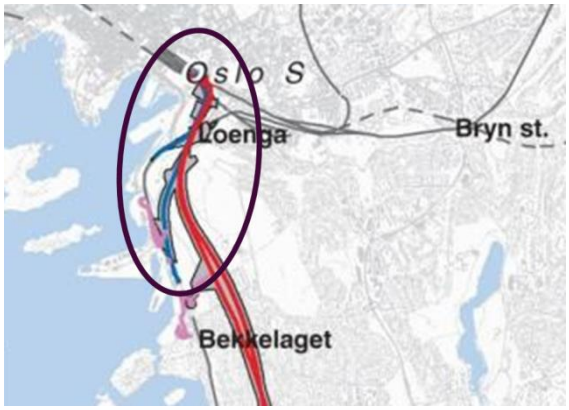
Figur 4 Utvikling i kostnadsestimat i 2013 kr

1.2.4 PROSJEKTETS OMFANG

Under beskrives omfanget til Follobanens 4 delprosjekter samt fagområdene jernbaneteknikk og signal.

DELPROSJEKT INNFØRING OSLO S

Innføringen til Oslo S omfatter bygging av ny togtrasé for Østfoldbanen og Follobanen inne ved Oslo S-området. Inngående og utgående Follobane samt inngående Østfoldbane kommer fra tunnel i Ekebergåsen, og vil omfatte ny kulvert under Mosseveien, Loenga og Klypen, før sporene kobler seg på eksisterende anlegg inn på Oslo S. Utgående Østfoldbane kommer fra Sydhavna og vil omfatte delvis ny dagsone på Loenga, med tilkobling mot eksisterende spor på Loenga, kulvert under Klypen (samme kulvert som Follobanen) og tilkobling mot Oslo S.

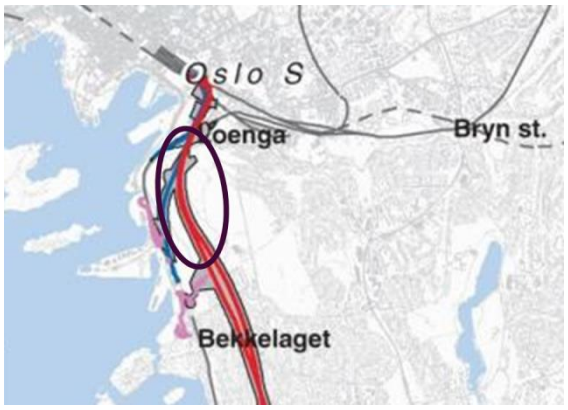


Figur 5 Illustrasjon over delprosjekt Innføring Oslo S. Illustrasjon: Hentet fra Jernbaneverket

IOS-delen vil også omfatte opparbeidelse av Middelalderparken, støttemurer, deler av kostnad for Bispegata og konstruksjoner/støttemurer ved Ladegården.

DELPROSJEKT KONVENSJONELL DRIFT AV TUNNEL

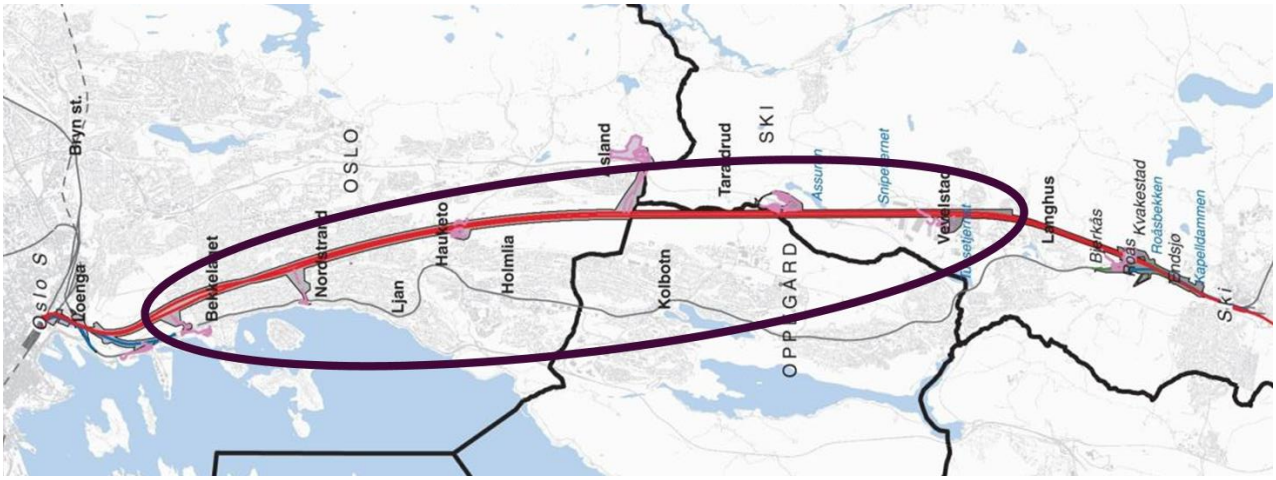
Ekebergåsen omfatter driving med konvensjonell sprengning av innerste del av tunnelen til Follobanen på cirka 0,6 km, felles fjellhall for Follobanen og inngående Østfoldbane, samt tunnelen for inngående Østfoldbane på 1,7 km. Det skal benyttes to angrepspunkter ved Loenga og Sydhavna. Kontrakten inneholder også omlegging av Alnaelven.



Figur 6 Illustrasjon over delprosjekt Konvensjonell drift av tunnel. Illustrasjon: Hentet fra Jernbaneverket

DELPROSJEKT TBM

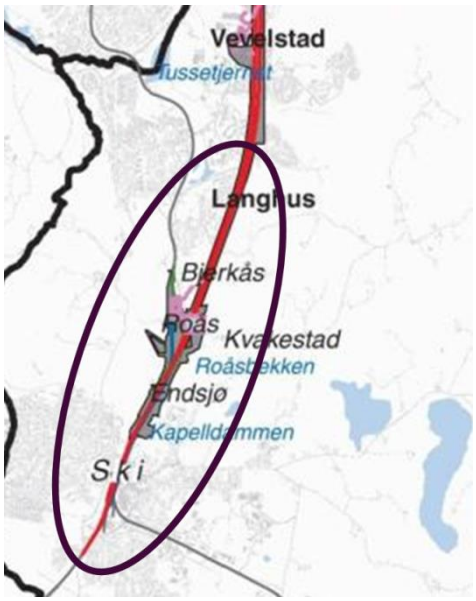
Dette prosjektet omfatter driving av to 19 km lange tunnelløp med 4 TBM. Det skal benyttes et riggområde lokalisert på Åsland. Fra Åsland og 950 meter ned til hovedløpene skal det sprenges to atkomsttunneler. Der atkomsttunnelene møter Follobanen skal det sprenges et fremtidig redningsområde bestående av en redningsstasjon, redningstunneler og installasjonshaller. Det skal i tillegg sprenges en 2,7 km lang redningstunnel. Det skal etableres betongfabrikk på Åsland for skall-elementer i betong, og systemer for å håndtere logistikken på Åsland. For hver 480 meter skal det sprenges tverrforbindelser mellom Follobanens to hovedløp.



Figur 7 Illustrasjon over delprosjekt TBM. Illustrasjon: Hentet fra Jernbaneverket

DELPROSJEKT SKI

Delprosjekt Ski omfatter ombygging og utvidelse av Ski stasjon og arbeider med dagstrekning mellom Ski stasjon og Follobanetunnelen ved Langhus. Forberedende arbeid for dagstrekningen Langhus-Ski skal være ferdig i 2014, slik at hovedarbeidet kan gjennomføres. Hovedarbeidet inkluderer utbygging av nye spor til Follobanen, to ventespor i forbindelse med Østfoldbanen, samt en omlegging av Østfoldbanen. Det skal i tillegg bygges ny bro i Nordbyveien over togsporene.



Figur 8 Illustrasjon over delprosjekt Ski. Illustrasjon: Hentet fra Jernbaneverket

JERNBANETEKNIKK

Follobanen skal bygges med komplett overbygning og jernbanetekniske installasjoner i tunnel-strekningene og dagsonene. Jernbaneteknikk ligger i kontraktene Delprosjekt Ski, TBM og IOS. Det jernbanetekniske anlegget består av spor, banestrømforsyning og kontaktledningsanlegg, elkraft og lavspenningsanlegg og tele. I tunnelen vil man i bygge fastspor, og for dagsonene vil man i hovedsak bygge balastspor.

SIGNAL

Signal omfatter oppgradering av eksisterende anlegg på Oslo S og nytt signalanlegg for den øvrige delen av Follobanen, også kalt nytt signalanlegg Ski. Nytt signalanlegg Ski omfatter et nytt konvensjonelt anlegg for tunnel (TBM og D&B), dagsone, Ski stasjon samt strekning fra Ski stasjon til Oppegård.

JBV har inngått to rammeavtaler på signal hvor det skal gjøres avrop i forbindelse med Follobanen. Thales skal levere et komplett konvensjonelt signalsystem for strekningen Gamlebyen-Ski–Oppegård. Bombardier skal levere komponenter til eksisterende anlegg på Oslo S (NSB-77). JBV gjør selv oppgraderingen av det innvendige sikringsanlegget på Oslo S, og Bombardier må gjøre noe utvendig arbeid (endring fjernstyring, CTC).

Konvertering av konvensjonelt anlegg til ERTMS er ikke del av Follobaneprosjektet. Prosjektet får imidlertid et grensesnitt mot ERTMS, da det skal tas i drift på Østfoldbanen sør for Ski stasjon i 2015. I Nasjonal Signalplan ligger det inne å skifte ut NSB-84-anlegg på strekningen Oppegård-Oslo på Østfoldbanen innen 2017. Hvis det blir tilfellet slipper Follobanen å utarbeide grensesnittet mellom det konvensjonelle anlegget fra Thales og NSB-84.

Delprosjekt Signal har grensesnitt mot alle de andre delprosjektene.

1.2.5 GRENSESNITT OG AVGRENSNINGER

Follobanen-prosjektet er komplekst, og har en rekke grensesnitt av forskjellig art. De ulike delprosjektene har både tekniske og organisatoriske grensesnitt seg imellom. Av fremdriftsmessige årsaker er en del arbeider skilt ut som forberedende arbeider, som gjennomføres som mindre delprosjekter med grensesnitt mot hovedarbeidene.

Hvert delprosjekt benytter dessuten prosjekterende og entreprenører, samt leverandører av øvrige

varer og tjenester. I tillegg er det en rekke grensesnitt mellom de ulike fagene. En del av arbeidene skal utføres på og ved spor som er i drift, og dette gir ytterligere grensesnitt både mot Jernbaneverket og togselskaper.

Under de organisatoriske grensesnittene faller også interessenter som myndigheter, naboer, Statens Vegvesen, Oslo Havn, kommuner, kabelselskaper, Riksantikvaren og mange flere.

Prosjektet avgrenses i hovedsak av Oslo S og Ski stasjon, samt i sammenkoplinger mellom Follobanen og Østfoldbanen. En mer detaljert oversikt over grensesnitt følger.

ORGANISATORISKE OG KOMMERSIELLE GRENSESNITT

- Mellom delprosjekter og entrepriser
    - Innføring Oslo S – Tunnel TBM – Tunnel D&B – Ski – Jernbaneteknikk
    - Forberedende arbeider Ski – Hovedarbeidene Ski
    - Forberedende arbeider Åsland – Hovedarbeidene Tunnel TBM
    - Forberedende arbeider Oslo S – Hovedarbeidene Oslo S
    - Forberedende arbeider Oslo S – Hovedarbeidene D&B
- Mellom prosjektet og ulike rådgivere/prosjekteringsteam
- Signalarbeider:
    - Mellom Hovedarbeidene Oslo S, Jernbaneverket og Bombardier
    - Mellom Hovedarbeidene Tunnel TBM og Thales
    - Mellom Hovedarbeidene D&B og Thales
    - Mellom Hovedarbeidene Ski og Thales
- Mellom de jernbanetekniske anleggene og Hafslund Energi, Banetele, teleselskaper, nød- og beredskapsetatene
- Mot offentlige instanser, deriblant Riksantikvaren, Statens Vegvesen, Oslo kommune og Ski kommune
- Mot private aktører og grunneiere
- Mot leverandører av prosjekteringstjenester og entreprenørtjenester
- Prosjektstyret
- Mot ulike seksjoner i Jernbaneverket
- Togselskaper på jernbanenettet

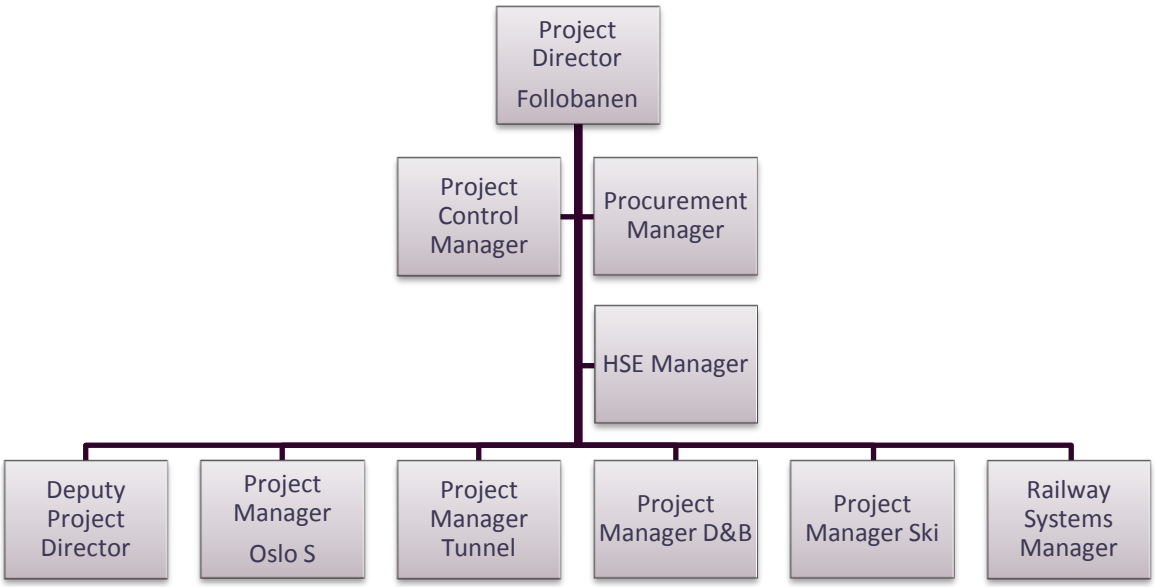
TEKNISKE GRENSESNITT

- Mellom underbygningsarbeider og jernbanetekniske arbeider
- Jernbaneteknikk (unntatt signal) og underbygning
    - Jernbanetekniske sammenkoplinger ved Oslo S mot eksisterende anlegg
        - Loenga: Mot eksisterende anlegg Lodalen
        - Mellom Loenga og Sydhavna: Ny inngående Østfoldbane
    - Mellom IOS og D&B-tunnel ved fjellpåhugget for Follobanen
    - Jernbanetekniske sammenkoplinger ved Ski stasjon og dagsone

        - Mot Follobanetunnelen (TBM-tunnel) ved fjellpåhugg
        - Mot eksisterende Østfoldbanen i nord
        - Mot Østfoldbanen Vestre linje
        - Mot Hensettingspor
        - Mot Østfoldbanen Østre linje
    - Mellom fastspor og ballastspor i hver ende av tunnelen
    - Mellom D&B-tunnel og TBM-tunnel, der jernbaneteknikk ligger i TBM-kontrakt
    - Mellom TBM-tunnel og Riggplass Ski
- Signalanlegg
    - Mellom NSB-77 og konvensjonelt anlegg ved Oslo S
    - Mellom NSB-77 og NSB-84 for Østfoldbanen ved Oslo S, dersom NSB-84 beholdes
    - Mellom NSB-84 og konvensjonelt ved Langhus, dersom NSB-84 beholdes
    - Mellom konvensjonelt anlegg og ERTMS ved Ski stasjon
    - Mellom CTC-anlegg og konvensjonelt sikringsanlegg
- Ekeberg Oljelager og Ekeberg Tank (oljelager i fjellet)
- Mot naboparseller
- Mot trafikkavvikling

1.2.6 ORGANISERING

Prosjektet er etablert og organisert som et separat prosjekt i Jernbaneverket Utbygging. Ut over dette er JBVs prosjektmodell grunnlaget for eierorganisering og styring av prosjektet. Prosjektet ledes av en Prosjektdirektør. Prosjektet er delt inn i delprosjekter som følger inndelingen av de store kontraktene, med team/underorganisasjoner som skal følge opp prosjektering, anskaffelser og bygging. Delprosjektene er henholdsvis innføring Oslo S (IOS), Tunnel, som er delt inn i TBM drevet tunnel og konvensjonelt drevet tunnel (D&B) og Ski, som inkluderer både dagsone Langhus – Ski og Ski stasjon. Ut over dette er jernbaneteknikk organisert som en egen fagenhet i prosjektet, med fagansvarlige som følger opp det jernbanetekniske arbeidet i hvert delprosjekt. Signal ligger under jernbaneteknikk, hvor det allerede er inngått rammeavtaler.



Figur 9 Follobanens prosjektorganisasjon – overordnet

Ledelsen i prosjektet består av prosjektdirektør, assisterende prosjektdirektør, de 5 delprosjektlederne for de ulike (fag)områdene, prosjektstyringsleder, HMS-leder, og anskaffelsesleder. Ny delprosjektleder for IOS tiltrådte 1. april 2014. I utvidet ledergruppe sitter i tillegg leder for signal, kvalitetsleder, teknisk leder og kommunikasjonsleder.

Høsten 2013 ble det inngått en Prosjekt Serviceavtale (PSA) med et konsortium av rådgivningsfirmaer. Dette er tenkt som et supplement til JBVs egne ressurser og ressursanskaffelsestjeneste. Rammeavtalene på signal kommer i tillegg til PSA-avtalen.

Det er etablert et prosjektstyre (PS). Prosjektdirektør har gjennom prosjekteringsfasen rapportert til PS. Prosjekteier (P), som er Plan og utvikling, har vært representert i Prosjektstyret. Prosjektdirektør rapporterer til prosjektdirektør for regionale prosjekter i Jernbaneverkets Utbyggingsdivisjon. Prosjektdirektør for regionale prosjekter rapporterer videre til Utbyggingsdirektør, som igjen rapporterer via Jernbanedirektøren til SD. Follobaneprosjektet skal rapportere til Assisterende Jernbanedirektør (nyopprettet stilling). Fremtidig rapportering vil bli endelig definert når omorganisering av Jernbaneverket er besluttet og satt i verk, cirka 1. april 2014.

Plan og Utvikling eier i denne konstellasjonen hovedkonseptet og effektmålene, og ser til at prosjektet er i samsvar med forutsetninger fra tidligere faser. Alle beslutninger som påvirker det grunnleggende konseptet eller effektmål tas opp med PS, som gir sin anbefaling til Utbyggingsdirektøren i JBV og som igjen involverer Plan og utvikling for beslutning.

1.2.7 FREMDRIFT

Fremdriftsplanen i styringsdokumentet og Nasjonal transportplan 2014-2023 viser ibruktaking av Follobanen i 2020. Imidlertid har prosjektet blitt et år forskjøvet slik at prosjektet nå jobber mot å ferdigstille prosjektet i løpet av 2021. Oppdaterte basisestimater er basert på ibruktaking i 2021. Imidlertid foreligger det ikke oppdaterte fremdriftsplaner med tilhørende faseplaner for dette, da prosjektet er i sluttfasen med å oppdatere disse dokumentene. Arbeidsomfanget i de viktigste hovedaktivitetene og rekkefølgen på hovedmilepælene som vist i tabellen under er likevel aktuell, selv om de vil bli noe forskjøvet i tid.

Tabell 5 Fremdriftsplan basert på ferdigstillelse i år 2020

Hovedaktivitet/Hovedmilepæler	Detaljplan Okt 2012	NTP 2014 -2023 Jun 2013
Hovedplan godkjent	09-Mar-12	09-Mar-12
Detaljplaner godkjent	01-Nov-12	Jul 2013 Signal Okt 2013
Reguleringsplaner godkjent (Oslo siste)	08-Feb-13	28-Aug-13
KS2 avsluttet	21-Aug-13	Des 2013
Kontraktsignering Hovedarbeider	Mai – Sep 2014	Jul – Sep 2014[4]
Byggestart Hovedarbeider	Jun – Okt 2014	Okt 2014 – Mar 2015
Innføring Oslo S Underbygning Jernbaneteknikk (JBT) Tunnel Østfoldbanen ferdig Trafikk omlagt til Fase 40 Trafikk omlagt til Fase 50 Trafikk omlagt til Fase 60	Jun 2014 – Nov 2018 Des 2016 – Jul 2019 28-Jun-17 18-Jul-17 23-Jul-18 22-Jul-19	Nov 2014 – Jan 2020 Feb 2018 – Jul 2020 20-Jun-18 04-Sep-18 22-Aug-19 22-Jul-20
Langhus – Ski (dagstrekning) Hovedarbeider Trafikk omlagt til Fase 30 Trafikk omlagt til Fase 40	Jun 2014 – Jan 2019 16-Jul-17 18-Des-18	Okt 2014 – Jul 2019 06-Aug-17 10-Okt-18
Ski stasjon Hovedarbeider Trafikk omlagt til Fase 30 Trafikk omlagt til Fase 40/Ibruktaking	Mar 2015 – Okt 2018 16-Jul-17 27-Okt-18	Okt 2014 – Jul 2019 06-Aug-17 10-Okt-18
Gamlebyen – Langhus Forberedende arbeider Tunnel Underbygning Tunnel JBT Tunnel Testing/igangkjøring Tunnel Tunnel ferdig	Des 2013 – Nov 2014 Sep 2014 – Jun 2018 Jun 2018 – Des 2019 Des 2019 – Aug 2020 02-Aug-20	Okt 2013 – Nov 2014 Nov 2014 – Nov 2018 Des 2018 – Aug 2020 Aug – Des 2020 13-Des-20
Ibruktaking	12-Aug-20	13-Des-20

For flere av delprosjektene er noe av arbeidsomfanget flyttet fra hovedkontraktene til egne entrepriser for forberedende arbeider, for å redusere fremdriftsrisiko. Hovedaktivitet/hovedmilepæler knyttet til de forberedende arbeidene er som vist i Tabell 6.

[4] IOS: Oppdatert fremdriftsplan viste at prekvalifisering for hovedkontrakt IOS måtte ut i januar 2014. Prosjektet har revurdert dette til midten av mars 2014. Utlysning av konkurransegrunnlaget må sendes ut i juli 2014 for å kunne tildele kontrakten i mars 2015.

SKI: Utlysning prekvalifisering av hovedarbeidene på Ski må skje i løpet av juni 2014.

TUNNEL: Tunnelkontraktene er på kritisk linje. Hovedkontraktene på tunnel må tildeles i årsskiftet 2014-2015 for å nå 2021. Dette innebærer at prosjektet må få tillatelse til å utlyse konkurranseunderlaget i første halvdel av april.

Tabell 6 Fremdriftsplan for forberedende arbeider

Arbeid	(Antatt) fremdriftsplan:	Kommentarer/kritisk linje
Ski 01 Forberedende arbeider Langhus-Ski	- Prekvalifisering utført - Kontraktsignering uke 11 – 2014 - Oppstart anleggsarbeid 22.4.2014 - Ferdigstillelse september 2015	Oppstart av Ski-01 senest i midten av mars 2014. Dette er avgjørende for at hovedkontrakten på Ski kan bli ferdigstilt påsken 2020, som igjen er avgjørende for at prosjektet totalt skal kunne ferdigstilles i løpet av 2021.
Ski 02 Forberedende arbeider Ski stasjon	- Kontraktsignering 10.01.2014 - Oppstart anleggsarbeider 3.2.2014 - Ferdigstillelse oktober 2014	
Ski 05 Rive/re-etablere Skeidarbygget/rive tekniske bygg m.m.	- Utlysning på Doffin 18.12.2013 - Tilbudsbefaring 6.1.2014 - Kontraktsignering uke 14 - 2014 - Oppstart 30.04.2014 (på andre områder enn der tiltrede er planlagt 1.7.2014) - Ferdigstillelse februar 2015	Kontrakt Ski-05 må settes slik at arbeid kan starte rett etter påske. Dette er for at hovedkontrakten på Ski skal kunne ferdigstilles innen påske 2020, som er avgjørende for at hele prosjektet skal bli ferdig til 2021.
Tunnel – Forberedende arbeider Åsland	- Prekvalifisering utført - Kontraktsignering mars 2014 - Oppstart anleggsarbeid april 2014 - Ferdigstillelse april 2015	Kontrakt var ferdig forhandlet i oktober 2013. Forsinket tildeling/endrete rammebetingelser fører til at prosjektet må få revidert pristilbud. Kontrakten bør settes primo april 2014 for å opprettholde nødvendig robusthet i planen. For å sette i gang prosessen med revidert tilbud, må prosjektet være trygg på oppstartdato. Dette betyr at prosjektet i løpet av februar 2014 må få klarsignal til å tildele denne kontrakten primo april 2014.
Tunnel – Åsland Strømforsyning TBM og Vann og Avløp (VA)	- Kontraktsignering mai 2014 - Bygg klart for K/A april 2015 - Ferdigstillelse november 2015	-
Innføring Oslo S - F01 Kabelkartlegging i bakken	- Kontraktsignering juni 2012 - Ferdigstillelse desember 2013	-
Innføring Oslo S - F02 Rivearbeider eldre bygninger	- Kontraktsignering mars 2013 - Ferdigstillelse juli 2013	-
Innføring Oslo S - F03 Jernbaneteknikk, forgraving, spunting	- Kontraktsignering mars 2013 - Ferdigstillelse mai 2014	-
Innføring Oslo S - F04 Jernbaneteknikk, midlertidig bruk	- Tilbudsfrist 24.1.2013 - Kontraktsignering mars 2014 - Ferdigstillelse desember 2014	Installasjon av midlertidig stålbru på Loenga i sommerbruddet 2014. Dersom milepælen ikke nås blir sluttdato for hele prosjektet 2022.
Innføring Oslo S - F06 Forberedelser påhugg i Ekebergåsen for D&B	- Tilbudsfrist 24.1.2013 - Kontraktsignering august 2014 - Ferdigstillelse november 2015	-

Milepæler i kontraheringsprosessen for både forberedende kontrakter og hovedkontrakter må overholdes for å klare ibruktaking 2021. Dette gjelder spesielt på IOS og Ski da mye av arbeidene foregår nær eksisterende jernbane i drift og er avhengig av brudd i togtrafikken. Dersom et planlagt sommerbrudd ikke nås, kan resultatet være at aktiviteten må utsettes et helt år. Det vil si at en uke forsinkelse i kontraheringsprosessen kan medføre et helt års forsinkelse. Tunnelkontraktene medfører ingen brudd i togtrafikken. Her vil normalt en uke forsinkelse i kontraheringsprosessen gi en uke forsinkelse på sluttdatoen.

For IOS er det utarbeidet en tiltaksliste som må gjennomføres for at samtidig drift skal kunne opprettholdes i byggeperioden. Denne er det generelt sett enighet om, men det er mulig prosjektet omfordeler ansvaret for noen av tiltakene, slik at Follobanen i større grad kan styre fremdriftsusikkerhetene i forbindelse med tiltaket. Dette vil eventuelt føre til noen kostnadsendringer for prosjektet.

2 VURDERING AV SENTRALE FORHOLD I PROSJEKTET

2.1 TBM SOM DRIVEMETODE

I forbindelse med valg av drivemetode leverte EKS Notat 3. Hensikten med dette notatet var å gi tilbakemelding på prosjektets valg av drivemetode, i henhold til Avropets punkt 2.3 Nærmere om leveransen fra kvalitetssikrer. Der påpekes det at Oppdragsgiverne ønsker en vurdering av om det er identifisert forhold som rokker ved Jernbaneverkets valg av TBM som drivemetode.

I tabellen under er det gitt en oppsummering av EKS sin vurdering av prosjektet, slik det forelå 29.1.2014. De enkelte mulige showstoppere beskrives og kommenteres nærmere i Notat 3 i Vedlegg 5.

Tabell 7 Vurderinger fra oppdatert Notat 3

Showstopper	Status	Kommentar
Sammenligning mellom prosjektets eget anslåtte kostnadsnivå for TBM-alternativ og D&B-alternativ		Relativt til sammenlignbare prosjekter
Kostnadsnivå prosjektets D&B-alternativ		Relativt til sammenlignbare prosjekter
Valg av tunnelkonsept		Dersom dobbeltsporet ettløpstunnel hadde vært å foretrekke, ville TBM bortfalt som alternativ
Tverrsnitt		Valgt tverrsnitt er ikke til hinder for TBM som drivemetode
Teknologiens modenhet		TBM har hatt en positiv teknologisk utvikling siste tiår
Geologiske forhold		Prosjektets geologiske undersøkelser tilsier at tunnelen kan drives med TBM
Åsland, riggområde, deponi		Åsland som deponi forutsetter at nye reguleringsplaner vedtas

Showstopper	Status	Kommentar
Deponi eksternt		Ikke avklart, Åsland alene er utilstrekkelig [5]
Konkurranse		God oppslutning av godt kvalifiserte tilbydere i prekvalifiseringen
Kontrakt		EKS har ikke funnet showstoppere i den dokumentasjon vi har fått innsyn i

Som Tabell 7 viser, har ikke EKS funnet noen faktorer som bør stoppe den videre kontraherings-prosessen med TBM som drivemetode. Det vil ikke si at området er problemfritt, men eventuelle utfordringer vil bli kommentert i rapporten.

2.2 DIMENSJONERENDE HASTIGHET

EKS er bedt om å vurdere om det er tids- og kostnadssvarende å dimensjonere for 250 km/ t versus 200 km/t. Det er ikke mulig for prosjektet å fremskaffe et grunnlag som gir et entydig svar på dette. Når det gjelder tunnelprofilet er dette dimensjonert i forhold til å kunne kjøre høye hastigheter. Et mindre tunnelprofil vil medføre økt luftmotstand og høyere driftskostnader. Land som har mindre tunnelprofil sliter med å oppnå langt lavere hastigheter enn Follobanen planlegges for. Det er samtidig klart at det er lite sannsynlig at det vil kjøre tog som kommer opp i 250 km/t på Follobanen de nærmeste årene. EKS tiltrer valgt tunnelprofil. Når det gjelder jernbanetekniske installasjoner anser EKS at disse bør tilpasses den aktuelle driftssituasjonen de nærmeste årene, men at det ikke bør foretas valg som ekskluderer muligheten for fremtidige oppgraderinger.

2.3 TRANSPORT OG DEPONI AV MASSER

I Notat 3 konkluderte EKS med at prosjektet ikke har dokumentert og sannsynliggjort en tilstrekkelig faktisk tilgjengelig kapasitet i markedet lokalt til å ta unna de masser som skal deponeres fra tunnel drevet med TBM. Enhetskostnaden som er benyttet til å anslå prosjektkostnaden ved massehåndtering er dermed heller ikke sannsynliggjort som en representativ kostnad. Dette er ikke i seg selv en showstopper, gitt at det er sannsynliggjort andre alternativer med høyere enhetskostnad, samt at det fra prosjektets side arbeides aktivt med å få til løsninger som innebærer at mesteparten eller alt av TBM-masser deponeres lokalt på Åsland. Det vil ta noe tid å få vedtatt en omregulering som ivaretar dette, men etter det EKS kan se vil prosjektets foretrukne alternativ innebære så store gevinster for både Oslo kommune, prosjektet og miljømessige hensyn, at det er grunn til å være optimistisk med tanke på utfallet av en slik reguleringsprosess. Av forsiktighetshensyn har prosjektet imidlertid lagt seg på et basisalternativ som innebærer omfattende deponering av masse utenfor Åsland, noe EKS tiltrer at prosjektet jobber videre med, for å sikre et mest mulig robust alternativ dersom planene knyttet til omregulering på Åsland ikke skulle føre frem. Tabellen under oppsummerer prosjektets basisalternativ for deponi/anvendelse av massene.

[5] Prosjektet har redegjort for realistiske alternativer, og EKS har derfor gitt punktet grønt lys, til tross for at det ikke er helt avklart.

Tabell 8 Mengder masser (fra Notat 3)

Millioner kubikk (pam[6], mill m^3)	Planlagt deponi/anvendelse
2,0	Transporteres ut fra Åsland til eksternt deponi. En eventuell reduksjon eller økning avhenger i hovedsak av hvilken mengde Oslo kommune aksepterer deponert på Åsland.
0,75	Forberedende arbeider på Åsland + sprengstein fra Åsland.
0,7	Basisalternativ tilleggsregulering (utover det som er på høring nå).
1,1	Deponi Åsland 0,7 mill. m^3 (B1) + 0,4 mill. m^3 (B2)
0,4	Betongproduksjon, brukes tilbake i tunnelen.
4,95	Sum total mengde tunnelmasse TBM (prosjektets beregning)

EKS støtter strategien om å få vedtatt en regulering som omfatter mest mulig deponering av masser på Åsland. Det vil være en positivt for både prosjektet i forhold til kostnad, Oslo kommune i forhold til en fremtidig utbygging av Gjersrud-Stensrud, og miljøet, med tanke på at det vil minimere behovet for tungtransport ut av området. EKS finner det godtgjort at det finnes alternative deponier med kapasitet til å håndtere overskuddsmassene.

EKS vurdering av Åsland og deponi er at det er flere forhold som ikke har en endelig løsning, noe EKS mener burde vært avklart på dette stadiet i prosjektet. Tabellen under viser uavklarte forhold ved Åsland og deponi.

Tabell 9 Uavklarte forhold ved Åsland (fra Notat 3)

Uavklarte forhold	Status
Størrelse på deponiområde	Reguleringsplan for deponier på Åsland er under behandling
Størrelse på B2 og B3	Avsatt 131 mål (B3). Uklart om B3 er tilstrekkelig ved 3 mnd. segmentlagring. Prosjektet har beregnet behov til 73.000 m^2 for produksjon og lagring av segmenter. Dette uten plass til kraner og transportbaner/veier. I tillegg kommer prosessanlegg for massehåndtering. B2 (56 mål) er avsatt til midlertid og permanent deponi, og eventuell segmentlagring her vil gi en reduksjon i utnyttelsen som deponi, noe som antagelig vil medføre behov for ytterligere utkjøring av masser.
Utkjøring tunnelmasser fra Åsland	Lagt opp til høy frekvens på utkjøring. Sårbart for forstyrrelser ved kø og vinterdrift. Uklarhet rundt deponi. Ref. utarbeidet rapport (A-32622) er prosjektet selv bekymret for frekvensen.
Deponi eksternt	Ikke avklart hvor masser skal deponeres. Franzefoss har signalisert noe kapasitet, men til høy kostnad.

2.4 GEOLOGISKE OG GEOTEKNISKE FORHOLD

GRUNNFORHOLD

Grunnforholdene for delprosjektene Innføring Oslo S (IOS) og Dagsone og Ski Stasjon (Ski) er forholdsvis godt kartlagt.

[6] pam = Prosjekterte Anbrakte Masser

For IOS består grunnen i hovedsak av fyllmasser i øverste lag 1 – 5 meter, derunder siltig leire i varierende mektighet fra 15 til over 40 meter ned til fjell. Det er påvist kvikkleire i noen områder. De store betongkonstruksjonene fra og med Bispegata og til Ekebergskråningen forutsettes fundamentert på peler til fjell og vil bli bygd i store spuntgroper med kalkstabiliserte masser i bunnen. Fra Bispegata og inn på Oslo S forutsettes konstruksjonene direktefundamentert, som eksisterende konstruksjoner inne på stasjonsområdet.

Grunnforholdene medfører omfattende arbeider med spunting, kalkstabilisering og pelefundamentering, men metoder og omfang er kjent, slik at usikkerheten for disse arbeidene er relativt liten.

Områdestabiliteten i de arealene som kan berøre prosjektets planområde, er vurdert som tilfredsstillende.

Ski har noe mer varierte grunnforhold enn IOS.

Nord for Roåsbekken blir det en utvidelse av eksisterende jernbanefylling over bløt leire. Oppfyllingen er ikke stabil uten tiltak, og det forutsettes grunnforsterkning i form av kalk-/sementpeler.

Mellom Roåsbekken og Endsjø gård består løsmassene vesentlig av morene til store dybder. Her skal det etablerer en dyp skjæring med høye støttemurer for den nye traséen. Dette medfører senkning av grunnvannstanden, men området har ingen nærliggende bebyggelse, slik at konsekvensene av grunnvannsenkningen er liten.

Sør for Endsjø gård varierer grunnen fra inntil 20 meter meget bløt og dels kvikk leire til faste morenemasser. Det forutsettes grunnforsterkning med kalk-/sementpeler for å sikre skjæring og fyllinger. Dels vil det også bli etablert motfyllinger som stabiliserende tiltak.

Området for Ski stasjon har relativt store lokale variasjoner i løsmassenes lagdeling, sammensetning og dybder til fjell. Lengst i nord er det faste morenemasser (Skimorenen). Lenger sørover veksler det mellom tørrskorpeleire, bløt og til dels kvikk leire og morenemasser med innslag av sand og grus. Dybder til fjell varierer mellom 7 og 40 meter. De nye sporområdene her skal senkes i forhold til eksisterende spor og terreng, og det må etableres store, men ikke særlig dype spuntgroper for utførelsen.

Usikkerheten med hensyn på omfanget av nødvendige tiltak er noe større her enn for IOS, særlig for dagsonestrekningen. For stasjonsområdet er omfanget av restriksjoner som kan bli lagt på anleggsutførelsen på grunn av støy fra spuntarbeidene, den største usikkerheten.

GEOLOGISKE FORHOLD

Bergartene langs tunneltraséen består i hovedsak av prekambriske gneisbergarter. Det opptrer et betydelig antall intrusivganger fra permtiden, samt amfibolittganger. Den dominerende bergartstrukturen i prosjektområdet stryker N-S til NV-SØ. Dette medfører at tunnelenes akseretning vil ligge med spiss vinkel til foliasjonens strøk over lengre partier. Det kan derfor være behov for større mengde bergsikring for D&B i disse områder.

Ved tunnelinnslaget fra Oslosiden består bergartene av blant annet leirskifer, alunskifer og kalkstein. Dette er en sone på 20-50m mektighet og er dannet i overgangen mellom Oslo graben strukturen og prekambrisk gneis i Ekebergplatået. Bergartskvaliteten ligger i området dårlig til svært dårlig fjell. Driving gjennom dette partiet vil være krevende. Prosjektet har klassifisert bergmassene i kategorien klasse F (ekstremt dårlig bergmasse) til G(ekseptsjonelt dårlig bergmasse). Dette skyldes i hovedsak driving gjennom alunskifer samt sterkt oppsprukket fjell. Alunskiferen kan under gitte omstendigheter opptre som løsmasse.

For D&B-entreprisen har prosjektet klassifisert hoveddelen av tunnelene i bergmasseklasse C (moderat oppsprukket bergmasse). Dette gir senteravstand på fjellbolter lik 2m og gjennomsnittlig minstetykkelse på sprøytebetongen lik 8 cm.

For D&B-delen i TBM-entreprisen ved Åsland har prosjektet klassifisert en større andel av fjellet i klasse B (lite oppsprukket bergmasse).

Det totale inntrykk er at det er rimelig godt fjell å drive tunnel ved D&B med unntak av den første delen av Ekebergåsen. Prosjektet har tatt høyde for driving i vanskelig områder med godt sikringsomfang samt tatt høyde for kompleksiteten ved driving nær eksisterende fjellanlegg.

Boring av tunnel ved TBM er avhengig av andre geologiske parametre for hvor god inndriften vil være. Dette er omfang av slitende mineraler, hovedsakelig kvarts, oppsprekkingsgrad samt sammensetningen av bergartsmineraler i de ulke bergartene langs traséen. I laboratoriet benyttes parametere som DRI (Drilling Rate Indeks) som måler borbarhet i fjellet og CLI (Cutter Life Indeks) som måler slitasjen på kuttere. Prosjektet har anslått DRI på skalaen middels til lav og CLI i området lav. Graden av hvor massivt fjellet er vil påvirke inndriften. Langs Follobanen forventes det moderat til liten grad av oppsprekking noe påvirker inndriften i negativ retning. Kvartsinnholdet i gneisen varierer fra undre 10% til over 40%. Høyt kvartsinnhold generelt gir stor slitasje på kutterne og redusert inndrift.

Prosjektet har vurdert inndriften til å være moderat, 15m/døgn/TBM i gjennomsnitt. EKS tror dette er et fornuftig nivå med bakgrunn i registrerte geologiske forhold.

2.5 EKEBERGÅSEN

Ekebergåsen er en del av Follobanen med stor kompleksitet. Denne delen skal drives med konvensjonell sprengning og omfatter flere områder som krever ekstra forsiktighet. Prosjektet deler området inn i 5 deler: 3-spors hall, Krysning under Ekebergtunneler, Inngående Østfoldbane, hovedtunneler Follobanen og Omlegging av Alnaelva.

3-SPORS HALL

Denne delen omhandler bygging av tunnel med kontinuerlig økende tverrsnitt frem til den deler seg i tre separate tunneler (IØB og Follobanetunnelene). Fra Oslo S, vil tunnelen ligge i skifrige sedimenter med innslag av blant annet Alunskifer. Bergartene er betydelig påvirket av Ekebergforkastningen. Omfanget av tektonisering varierer og det må forventes høy oppsprekkingsgrad på fjellet, med høyt innslag av knusningssoner/svakhetssoner den første tredelen av tunnelen. I de resterende 2/3 er fjellkvaliteten bedre. Imidlertid planlegges det med oppdelte salver for å redusere rystelser ved nærhet til blant annet Grønliatunnelen. Videre må nærliggende trikk og beboere i området hensyntas.

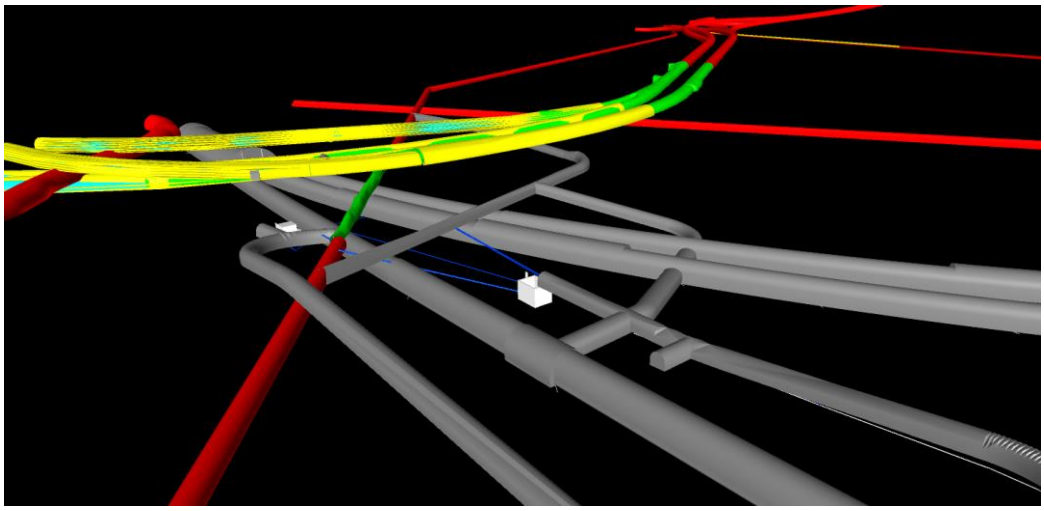
Prosjektet planlegger med oppstart driving med pilottunnel i nivå med heng. Dette gir kjennskap til fjellet slik at det videre arbeidet blir mer forutsigbart. Deretter drives/strosses resterende 3-spors hall. Med de mange tunneler som er sprengt i Ekebergåsen fra før, har prosjektet god kjennskap til rådende geologiske forhold. Det forventes omfattende bergsikring.

KRYSNING UNDER EKEBERGTUNNELER

På grunn av mange krysninger er det store utfordringer knyttet til dette området. Ekebergåsen er allerede gjennomboret av tunneler som prosjektet vil ha nærkontakt med. Dette medfører særskilte tiltak for Follobanen, slik at eksisterende tunneler, slik som Ekebergtunnelene, skal bli minst mulig påvirket, se Figur 10.

Strenge krav fra Statens vegvesen fører til meget omfattende tiltak ved sprengning som drivemetode. Det vil være behov for et omfattende kontrollapparat for å forsikre seg om at Ekebergtunnelene er klar for trafikkpåsetting etter sprengning på Follobanen. Konsekvensene av å måtte stenge Ekebergtunnelene er omfattende, noe prosjektet ikke ønsker. På grunn av høy risiko har prosjektet valgt å drive under Ekebergtunnelen ved «drill and splitt». Denne metoden er skånsom mot tilstøtende anlegg. Metoden har større kostnad enn konvensjonell sprengning, men risikoen tatt i betraktning støtter EKS valgt drivemetode. Statens vegvesen har meddelt at drivemetoden skal godkjennes på forhånd. EKS mener valg av «drill and splitt» vil gi god sikkerhet for eksisterende anlegg.

Det er lagt opp til streng sikringsklasse i Ekebergåsen. Dette skyldes hovedsakelig de mange nærliggende tunneler med tilhørende restriksjoner.



Figur 10 3D Modellen viser kompleksiteten i Ekebergåsen [7]

HOVEDTUNNEL (BEKKELAGET)

Den innerste delen av de to Follobanetunnelene skal drives konvensjonelt. Denne delen er redusert på grunn av endring av grensesnitt mellom TBM og D&B, og er nå fra cirka 400 meter per løp. Inkludert siktutvidelser består denne delen av 858 løpemeter tunnel. Det er god overdekning og relativt gode geologiske forhold for tunneldrift, slik at dette forventes å være en forutsigbar jobb med mindre usikkerheter.

INNGÅENDE ØSTFOLDBANE

Inngående Østfoldbane (IØB) er delt inn i to deler. Del 1 er på 586 meter med konvensjonell driving. Denne delen er det ikke nevneverdige utfordringer knyttet til. Del 2 er på 515 meter. Denne strekningen inkluderer passering av oljelager og produktrør, samt krysning under Mosseveien. Dette gjør denne delen av IØB mer kompleks og det det settes strenge krav til drivingen. Prosjektet har valgt å benytte Drill and Splitt som drivemetode forbi oljelagrene. Portal Sør inngår i IØB må gjennomføres på et trangt område, som gjør arbeidene kompliserte. En forlenget atkomsttunnel inngår også i IØB, men denne endringen er enda ikke godkjent./Ikke mottatt endringsmelding.

OMLEGGING AV ALNAELVA

Denne delen omhandler permanent omlegging av Alnaelva. 810 meter er inkludert. Det samme sikringsregimet som gjelder for jernbanetunnelene i Ekeberg gjelder også for omlegging av Alnaelva. Drivemetoden blir forsiktig sprengning med korte salver.

NVE er konsultert for å sikre at kapasiteten på ny tunnel er den samme som opprinnelig tunnel. På grunn av ivaretakelse av kapasitet ved storflom skal Alnaelva legges i et samlet rør.. EKS oppfatter at det er enighet med VAV om at Follobanen eier denne omleggingen og tar ansvar for denne delen. NVE har etter det EKS forstår godkjent dimensjoneringen av tunnelen med tanke på krav til flom og så videre.

2.6 SAMTIDIG DRIFT

Overordnet vil prosjektet søke å oppnå minst mulig driftsforstyrrelser under anleggsarbeidene. Dette er spesielt komplisert for Innføring Oslo S, men også viktig for delprosjekt Ski. På disse parsellene skal togstrekninger være i drift samtidig som prosjektet gjennomføres, men med nødvendige brudd.

[7] Hentet fra 3D modell: «FB-IØB-nye anleggstunneler_pumpestasjon»

Prosjektet trenger totalt 4-6 totalbrudd på sommeren i tillegg til mindre brudd spredt utover byggeperioden. Prosjektet planlegger dette i detalj per dags dato.

IOS har de mest kompliserte forhold med samtidig drift, da det her er flest grensesnitt mot jernbane med drift under byggeperioden. I hver ende av Klypen, Loenga og påkobling mot Østfoldbanen er det områder som er spesielt kritiske. Mot Ski er spesielt Ski stasjon og grensesnitt mot eksisterende Østfoldbane mellom Ski og Langhus utfordrende.

Follobaneprosjektet har dialog mot JBV (Trafikk- og markedsdivisjonen) for å kartlegge tiltak som må iverksettes for å opprettholde drift samtidig med anleggsperioden. Det vil være avgjørende å gjennomføre disse tiltakene, samtidig som man følger bruddplan, for å oppnå minst mulig driftsforstyrrelser. Koordinering av bruddplan og faseplan mellom delprosjektene på IOS og delprosjekt Ski vil også være nødvendig for å redusere driftsforstyrrelser.

2.7 PROSJEKTORGANISASJONEN

Follobanen er et stort prosjekt, delt inn i flere delprosjekt. Fra 2014 og ut prosjektet antas det å benytte nær 16 tusen mannemåneder i byggherreorganisasjonen.

EKS anser at prosjektet har dimensjonert organisasjonen fornuftig og har en hensiktsmessig bemanningsplan. Det kan bli krevende å fylle alle roller og tilgjengeligheten på ulike typer spesialkompetanse prosjektet trenger er etterspurt også til andre prosjekter i JBV. Dette medfører en viss risiko for at bemanningsplanen må suppleres med større andel innleide ressurser enn ønskelig. I verste fall vil prosjektet kunne bli forsinket som følge av mangel på kritisk kompetanse.

2.8 SIGNAL- OG SIKRINGSANLEGG

Det er en utfordring for prosjektet og JBV forøvrig at man har begrenset med ressurser med riktig kompetanse innen signal, og at man derfor er avhengige av noen få enkeltpersoner. Dette gjelder spesielt for utarbeidelse av tegningsunderlag for NSB-77, samt for utførelse av sluttkontroller. I tillegg er det usikkert om Thales har tilstrekkelig med ressurser for å gjennomføre sitt oppdrag etter planen.

Det er i detaljplanen lagt til grunn at det nye, konvensjonelle anlegget skal kunne konverteres til ERTMS. Grunnen til dette er at JBV i forbindelsene med prosjekteringen ikke fikk besluttet prinsippet for det nye signalanlegget: kun benytte ERTMS, installere konvensjonelt anlegg, eller konvensjonelt som inkluderer en konvertering til ERTMS. I etterkant av detaljplanen ble det bestemt at det skulle installeres et konvensjonelt anlegg og at konverteringen skal ligge i et eget ERTMS-prosjekt, som pågår uavhengig av Follobanen-prosjektet, og som inkluderer ombygging av togene. Konvertering skjer ved at man bytter programvare i sikringssystemet, samt at man fjerner overflødige fysiske/optiske signaler og kabler. Det er også sannsynlig at noe maskinvare må skiftes ut, både på sikringsanlegg og togsett. Prosjektet legger til grunn at forriglingslogikken i sikringssystemet vil kunne beholdes selv om kommunikasjonen mellom logikkenhet og signaler endres.

ERTMS skal tas i drift på Østfoldbanen sør for Ski stasjon i 2015. Dette medfører at Follobanen får et grensesnitt mot ERTMS. Det blir imidlertid et relé-grensesnitt mellom de to elektroniske anleggene. I Nasjonal signalplan ligger det inne å skifte ut NSB-84-anlegg, som er brukt på strekningen Oppegård-Oslo på Østfoldbanen, innen 2017. Hvis det blir tilfellet slipper Follobanen å utarbeide grensesnittet mellom det konvensjonelle anlegget fra Thales og NSB-84.

Ut over dette er det ikke avklart om det skal etableres en felles plattform for fjernstyring/CTC i Norge, og i tilfellet om det skal gjøres før eller etter implementering av ERTMS. Hvis det skal etableres før ERSTMS og Oslo S er den første stasjonen som skal inn på det nye felles CTC-system må Follobaneprosjektet håndtere dette grensesnittet.

Delprosjekt Signal har grensesnitt mot alle de andre delprosjektene, samt mot anlegg i drift på flere steder. Mye av arbeidene må gjøres i totalbrudd, og tiden er som regel kritisk. Signalinstallasjonen er

som regel blant de siste aktivitetene i et prosjekt, noe som gjør den utsatt for forsinkelser.

3 KONTROLL AV GRUNNLEGGENDE FORUTSETNINGER

I tråd med kapittel 6.3 i Rammeavtalen skal det i dette kapittelet kort beskrives hvordan EKS oppfatter at vurderingene og informasjonen fra KS1-prosessen er videreført i prosjektet. Follobaneprosjektet ble imidlertid unntatt for krav om KS1 da prosjektet var kommet såpass langt i planleggingsfasen. Det har kun vært gjennomført en KVU og KS1 for Intercity-prosjektet.

Kapittel 6.3 i rammeavtalen fastsetter likevel krav til hva som skal foreligge fra prosjektet ved oppstart av KS2 og hva EKS skal kontrollere. Dette er oppsummert i tabellen under.

Tabell 10 Krav i rammeavtalen til kontroll av grunnleggende forutsetninger

Skal foreligge	EKS skal kontrollere/vurdere
Et veldefinert og entydig avgrenset prosjekt	*om grunnleggende forutsetninger for konseptvalget har endret seg på en måte som reiser spørsmål om prosjektet bør gjennomføres, eventuelt om et annet alternativ burde velges. I denne forbindelse må gevinstrealiseringsplanen gjennomgås*
Komplett estimat over kostnadene på basiskostnadsnivå (summen av grunnkalkyle og uspesifisert)	om kostnadsestimatene er transparente, *og herunder påse at prosessen bak fremskaffelsen av tallstørrelsene er dokumentert og etterprøvbar. Spesifikasjonsgraden skal være i samsvar med god estimeringspraksis på forprosjektnivå. Leverandøren skal vurdere om estimatet er komplett. Så langt relevante data kan fremskaffes skal erfaringer fra sammenlignbare prosjekter og nøkkeltallsanalyse benyttes.*
Oppdaterte versjon av Det sentrale styringsdokumentet	at styringsdokumentet *gir et tilstrekkelig grunnlag for estimeringen, usikkerhetsvurderingen og den etterfølgende styring av prosjektet. For prosjekter som har vært gjennom KS 1 skal det vurderes hvorvidt føringene for arbeidet med styringsdokumentet er fulgt opp, eventuelt om noen av forutsetningene har endret seg.*

For vurdering av Det sentrale styringsdokumentet, se kapittel 4. De etterfølgende avsnittene tar for seg henholdsvis utviklingen i forutsetninger for valg av konsept og kostnadsestimatene.

3.1 FORUTSETNINGER FOR VALG AV KONSEPT

I mangel av føringer fra en KS1-prosessen vil EKS kontrollere om de beslutningene om konseptuell løsning som er blitt tatt er i tråd med opprinnelig prosjektbestilling eller hvorvidt grunnleggende forutsetninger for konseptvalget har endret seg på en måte som reiser spørsmål om prosjektet bør gjennomføres.

I 2007 ble prosjektet tatt opp igjen. Supplerende utredninger skulle lede frem til et konseptvalg. På dette stadiet ble Ski stasjon, som frem til 2007 hadde blitt utredet delvis uavhengig av Follobanen, inkludert i prosjektet. I denne prosessen ble reguleringsplanen for Ski stasjon revidert.

Prosjektbestillingen som foreligger for EKS er en bestilling fra prosjektbestiller Plan og Utvikling til prosjektet. Bestillingen er fra 2012 og gjelder å gå videre med prosjektet fra godkjent hovedplan til beslutning om gjennomføring.

Mangel på øvrige bestillinger gjør det vanskelig for EKS å kontrollere at beslutningene om konsept som har blitt tatt gjennom årene er politisk forankret. Imidlertid er prosjektet er forankret i

- NTP 2010-2019

- NTP 2014-2023
- egen post i statsbudsjettet (Post 31) siden 2009
- (Godkjenning av reguleringsplaner)

I internbestillingen fra 2012 oppgis det at det var gjenstående konseptuelle beslutninger som hovedplanen ikke tok stilling til (se sidene 9-10 i bestillingen). I bestillingen oppgis det at disse beslutningene vil påvirke prosjektets konsept og effektmål. Videre oppgis det at disse valgene skal løftes opp til Plan og utvikling (P) for involvering før beslutning.

I tabellen under listes de gjenstående konseptuelle beslutningene etter at hovedplanen forelå opp, samt hvor EKS anser at beslutningen er forankret. Politisk nivå har sluttet seg til/fastsatt JBVs anbefalinger. Etter EKSs kjennskap har politisk nivå i liten grad overprøvd JBVs anbefalinger/beslutninger.

Tabell 11 Gjenstående konseptuelle valg etter at hovedplanen forelå

Konseptvalg	Beslutningstaker	Politisk forankret
Hovedkonsept – direktelinje mellom Oslo S og Ski (K3 eller I4)	Anbefaling fra JBV mars 2009	FB del av NTP siden 2009 (NTP 2010-2019), samt behandlet i forbindelse med SD fastsettelse av planprogrammet (se under)
To separate løp og en sammenhengende tunnel (dyptunnel)	Besluttet av JBV ledergruppe juni 2010	I forbindelse med fastsettelse av planprogram av SD i september2010 ble det besluttet at alternativet med dagsone ved Taraldrud utgår og at tunnelen skal bygges med to separate løp.
Hovedtrasé (I4) Trasé inn til ISO (optimalisering av spor Oslo S og Loenga)		Planprogram fastsatt av SD i september2010. Besluttet at I4 skal legges til grunn for hovedtrasé/KU. I fastsettelse av KU av SD i mars 2012 beslutter at samt at FB og ØB skal gjennom Klypen.
Endret sporplan Ski stasjon og på dagstrekningen nord for Ski	Endret fra hovedplan til detaljplan	
Funksjonaliteten og løsningen på Ski stasjon som et kollektivknutepunkt	JBV	
Skal ikke tilrettelegge for en høyhastighetsbane med spor utenom Ski stasjon,	Var omfattet av Hovedplanen som forelå i juli 2010 (hovedplanen ble godkjent mars 2012). JBVs ledergruppe besluttet august 2012 at det ikke skulle tilrettelegge for høyhastighetsbane	Gitt aksept i brev fra SD i des 2012
Drivemetode TBM,	Prosjektstyremøtet i okt 2012 ga tilslutning til 4 TBM-maskiner. Fikk tilslutning av JBV ledelse litt senere samme måned	

Konseptvalg	Beslutningstaker	Politisk forankret
Overordnet teknologivalg: fastspor/ballastspor, signal (konvensjonelt eller ERTMS, fjernstyring - felles plattform) banestrøm		
(Tilretteleggelse for) avgrening i tunnel til Alnabru. Nov 2013 besluttet SD at denne avgreningen ikke er aktuell.		
Hastighetsdimensjonering 250km/t		

Politisk forankring henger sammen med forankring av prosjektets mål i overordnet samfunnsmål. I den interne bestillingen fra 2012 oppgis det følgende:

Hensikten med Follobaneprosjektet er, i tråd med Stortingets og Regjeringen målsetting om et mer effektivt og bærekraftig transportsystem, å utvikle togtilbudet på Østfoldbanen i h.h.t. markedets behov for flere tog, satsingen på IC-strekningen, tilrettelegging for høyhastighetsbane mot Gøteborg/København og Stockholm, samt overføring av gods fra veg til bane, slik at det blir et attraktivt og konkurransedyktig tilbud for transport av personer og gods. Nytt dobbeltspor på strekningen Oslo-Ski er et nødvendig første trikk, men alene ikke et tilstrekkelig tiltak for å kunne ta ut alle de samfunnsmessige gevinster som investeringen åpner for.

- Follobanen skal tilrettelegge for høyhastighetsbane mot Gøteborg: Legger ikke trasé utenom ski.
- Overfører gods fra vei til bane – lager ikke (avgrening) til Alnabru.

Som forklart i kapittel 1.2.3 har kostnadsestimatet og bevilgningsrammen for prosjektet variert betraktelig siden prosjektet kom med i NTP 2010-2019. Som beskrevet i dette kapittelet registrerer EKS en del endringer i forutsetninger for prosjektet. Grunnlaget for de gjeldene forutsetningene er i liten grad dokumentert, spesielt med tanke på prosjektbestillinger for politisk forankring.

Etter dialog med prosjektet har EKS inntrykk av at det er gjort grundige vurderinger når prosjektets forutsetninger har blitt endret eller revidert, selv om denne prosessen i liten grad har blitt dokumentert at er politisk forankret. EKS anser det godgjort at endringene bidrar til måloppnåelse og er nødvendig for prosjektet.

3.2 KOMPLETT ESTIMAT OG TRANSPARENS

3.2.1 VURDERING OPPRINNELIG KOSTNADSGRUNNLAG

I Notat 2 ga EKS en overordnet vurdering av kvaliteten på de første kostnadsestimatene EKS mottok. Oppsummert var EKS sin vurdering:

- Manglende oversikt over felles beregningsforutsetninger – det var ulike oversikter i de respektive kostnadsdokumentene
- Manglende konsistens – ulik fremstilling av estimatene i de ulike dokumentene
- Ikke transparent og manglende sporbarhet – for enkelte kostnadsdokumenter var det uklart hva sammenstillingen/beregningene var basert. I tillegg manglet det (underliggende) kostnadsdokumenter for noen delprosjekter.
- Ikke oppdaterte kalkyler – manglene samsvar mellom beskrevet omfang og kalkyler

- Det var tilkommet endringer som ikke var innarbeidet/hadde kostnadsoppsett som var konsistent med opprinnelig grunnkalkyle. Sistnevnte gjaldt spesielt kalkylene for D&B og TBM.
- Forberedende arbeider, som var blitt egne entrepriser, hadde et annet oppsett enn grunnkalkylen slik at det var lite sporbarhet hva som skulle trekkes ut fra opprinnelig grunnkalkyle (for EPC).
- Oversikt over påløpte kostnader var på en annen struktur enn grunnkalkylene. Det var lite sporbart i kalkylene hva som var gjenstående arbeider.

I kjølevannet av Notat 2 ble det utarbeidet et felles notat (Notat 4) av JBV og EKS. Notat var en aksjonsliste, som inkluderte aksjonspunkter som ved utkvittering også ville kvittere ut EKS tilbakemeldinger i Notat 2. Se Vedlegg 4 (Notat 2) og Vedlegg 6 (Notat 4) for en mer utfyllende informasjon.

3.2.2 VURDERING NY SAMMENSTILLING AV KOSTNADSGRUNNLAGET

Basert på Notat 2 og Notat 4 utarbeidet prosjektet en ny sammenstilling. EKS sin tilbakemelding på vurdering av utkvittering av aksjonspunktene i Notat 4 var at leveransen stort sett er i tråd med hva aksjonspunktet ba om. Punktene ble grovt sett ansett som kvittert ut. Det vil si at formen på dokumentasjonen EKS mottok ikke var i henhold til beste praksis, men i hovedsak oppfylte minimumskravene.

I den nye sammenstillingen ble prosjektendringer fra og med detaljplanen forelå frem til om med desember 2013 samt prisstigning fra 2012 til 2013, innarbeidet. Sammenstillingen bidro til å øke konsistensen i kostnadsgrunnlaget. Imidlertid gjensto det noe på sporbarhet og transparens. I tillegg forelå det fortsatt ingen oversikt over felles beregningsforutsetninger. Det gjør det krevende å kryssjekke beregningsforutsetninger og arbeidsomfang opp mot det som ligger til grunn i estimatene.

4 VURDERING AV STYRENDE DOKUMENTASJON

FINs krav til innhold i det sentrale styringsdokumentet[8] (StD) er at det skal gi en konsis beskrivelse av enkeltpunkter innenfor overordnede rammer, prosjektstrategi og prosjektstyringsbasis. Det skal gi en oversikt over alle sentrale forhold i et prosjekt, på en måte som virker retningsgivende og avklarende for alle interne aktører, oppdragsgiver og relevante eksterne aktører. Et godt dokument inneholder en balansert fremstilling av punktene, og en tydelig årsakssammenheng mellom prosjektets hensikt, mål og suksesskriterier.

EKS har vurdert dokumentet *Follobanen / Nytt dobbeltspor Oslo – Ski, Sentralt prosjektstyringsdokument for gjennomføringsfasen, dokumentnummer OUS-00-A-90022, revisjon 01E,* datert 23.08.2013 opp mot Veileder nr. 1, *Det sentrale styringsdokument,* Versjon 1.1, datert 11.3.2008 (Veileder) samt relevante punkter i EKS sin rammeavtale med FIN *Kvalitetssikring av konseptvalg, styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjektalternativ,* datert mars 2011 (Rammeavtalen).

4.1 STYRINGSDOKUMENT

EKS har foretatt en analyse av Styringsdokumentet (StD) dokumentert i Vedlegg 3 (Notat 1). I forbindelse med dette ble det også gjennomført et møte med prosjektet for å diskutere noen av kommentarene i Notat 1 nærmere. EKS sitt hovedinntrykk av StD var at det gjensto noe arbeid før det tilfredsstilte krav fra Veileder. De overordnede konklusjonene var som følger:

- StD har en uklar struktur samt til dels vesentlige innholdsmessige mangler og svakheter.

[8] "Veileder nr. 1, Det sentrale styringsdokumentet ", Finansdepartementet (FIN), Versjon 1.1, 2008

- StD beskriver for mange detaljer og i liten grad hovedprinsipper for styring. Dette bidrar til at dokumentet blir uhensiktsmessig langt. Et styringsdokument skal gi en god oversikt over hva prosjektet styres etter, på en presis og kortfattet måte
- Deler av budskapet i dokumentet fremstår som uklart.

4.2 REVIDERT STYRINGSDOKUMENT

EKS sitt hovedinntrykk av versjon 02E av StD er at det tilfredsstiller minimumskravet fra Veileder. Det er gjort en god og helhjertet jobb med dokumentet, men på enkelte områder anbefaler EKS videre forbedringer som bør inkluderes i neste rullering. Dette vil føre til at dokumentet i større grad følger beste praksis.

EKS minner om at StD er et «levende» dokument som skal oppdateres etter behov. Det er derfor positivt at prosjektet har versjonskontroll av dokumentet. Det bør, på minimumsnivå, forekomme en ny versjon av styringsdokumentet når sentrale endringer forekommer.

5 GJENNOMGANG AV KONTRAKT- OG ENTREPRISESTRATEGI

Dette kapittelet gjør rede for prosjektets valgte kontraktstrategi, valg av viktige konkurranse-parametere, samt status og fremdrift i utarbeidelse av underliggende konkurransegrunnlag og kontrakter.

5.1 PROSJEKTETS VALGTE KONTRAKTSTRATEGI

Prosjektets valgte kontraktstrategi er i hovedsak basert på anbefalingene i rapporten fra Advokatfirma Prosjektjuss datert 20.01.2012. Denne rapporten er grundig i sin gjennomgang av alternative strategier, og anbefalte bruk av relativt få og store entrepriser med bred internasjonal konkurranse. Som underlag utførte Prosjektjuss sammen med Metier en Markedsanalyse (datert 20.12.11). Den viser at kostnadsnivået i det Europeiske markedet er lavere enn i Norge, og at internasjonale aktører er interessert i å tilby på store kontraktspakker.

I følge denne "Markedsundersøkelsen" brukes totalentrepriser i stadig økende grad for byggeprosjekter innen alle typer europeisk storindustri, herunder også jernbaneteknikkindustri. Utviklingen går mot at store leverandører/konsortier tar på seg hele jernbaneteknikkpakker i form av å være totalentreprenør.

Folloprosjektet fulgte denne anbefalingen, og delte arbeidet opp i fem store kontrakter, med tillegg av enkelte noe mindre kontrakter for visse forberedende arbeider.

Folloprosjektet har videre valgt en EPC kontraktsform for de store kontraktene. En EPC kontrakt er i sin rendyrkede form en kontraktstype hvor entreprenøren gis ansvar for prosjektering, innkjøp og bygging. Dette er en kontraktsform som er tilpasset et internasjonalt marked med deltakelse fra utenlandske entreprenører. EPC kontraktsformen er godt kjent for disse entreprenørene.

På dette grunnlag ble Folloprosjektet delt opp i følgende store kontrakter

- EPC Oslo S
- EPC Drill & Blast
- EPC TBM
- EPC Ski
- Signal kontrakter

Den største av disse er TBM-kontrakten, og det er også denne som skal inngås først.

5.2 VALG AV DRIVEMETODE

Prosjektet besluttet tidlig at de fleste og lengste tunellene skulle benytte TBM maskiner som drivemetode, og ikke den tradisjonelle Drill & Blast metoden.

EKS ble i oppstarten av sin kvalitetssikring bedt om å gi en vurdering av om det er identifisert forhold som etter EKS sin mening rokker ved Jernbaneverkets (prosjektets) valg av drivemetode (TBM). I en slik vurdering var det innenfor kontraktstrategi naturlig for EKS å støtte seg til Prosjektjuss sin gjennomgang.

Prosjektjuss ga følgende vurdering:

Anskaffelsesmessige hensyn tilsier at det vil være meget utfordrende å gjennomføre en konkurranse med to drivemetoder på like vilkår, og det er ikke usannsynlig at et så stort prosjekt som flere store aktører investerer tid, ressurser og prestisje i, vil unnlate å klage på prosessen dersom det er den minste tvil om den har gått for seg på en god måte. Det utsetter prosjektet for betydelig risiko. Dette tilsier at JBV må velge drivemetode før man utlyser konkurransen.

Det finnes eksempler fra Europa hvor man har gjennomført anskaffelse med frihet til å tilby begge drivemetoder i samme konkurransen. Det reiser spørsmål om det er vanskeligere ved Follobanenprosjektet enn andre steder. Mye tyder på at svaret på dette er ja. Follobanen prosjektet er spesielt hva angår geologien, og behovet for injeksjon, som avviker fra de prosjektene vi er kjent med. Videre er miljøproblematikken mht transport i bonære strøk forskjellig. Tilsvarende gjelder deponispørsmålene, samt masseuttak gjennom forskjellige tverrslag for at fremdriften skal være lik. Vi kan derfor ikke se at det er relevant å legge til grunn at Follobanen prosjektet må kunne kjøre parallell konkurranse om drivemetode fordi man har lykkes med det i andre prosjekter.

Kontraktstrategisk har EKS for de kontraktstrategiske forhold ikke avvikende meninger eller ytterligere kommentarer til anbefaling og valg av drivemetode.

5.3 VURDERING AV KONTRAKTSTRATEGI

I følge Rammeavtalen EKS har for gjennomføring av KS2, heter det at

det skal ved kvalitetssikringens oppstart foreligge utredet minst to prinsipielt ulike kontraktstrategier (ikke to varianter av den samme), samt begrunnelse for anbefalt strategi.

Planleggingen av Folloprosjektet har pågått gjennom flere år før EKS ble engasjert, og som det fremgår av avsnittene ovenfor, var i hovedsak kontraktstrategien allerede valgt. Det var på de fleste områder innen kontraktstrategiske spørsmål ikke relevant å drøfte endringer i de valgene som var gjort. EKS har derfor ikke vurdert alternativ oppdeling eller andre kontraktsformer enn EPC, men har lagt den valgte kontraktstrategi til grunn.

På det tidspunkt KS2 arbeidet ble gjennomført, var det også besluttet bruk av EPC kontrakter.

Folloprosjektet hadde også gjennomført en prekvalifisering av aktuelle tilbydere for denne kontrakten. Seks store internasjonale arbeidsfellesskap (Joint Venture) kvalifiserte seg for deltagelse i konkurransen om TBM kontrakten. Prekvalifiseringen var avsluttet før EKS sin kvalitetssikring ble gjennomført.

EKS fokuserte derfor på den Anskaffelsesstrategi som Folloprosjektet hadde lagt til grunn.

Folloprosjektet skiller mellom begrepene Kontraktstrategi og Anskaffelsesstrategi ved at det med Kontraktstrategi forstås valg og inndeling av antall kontraktspakker og størrelsen på disse, mens Anskaffelsesstrategi forstås et mer detaljert valg av bl.a. konkurransetype, dokumentstruktur og konkurransebetingelser.

For å kvalitetssikre prosjektet tilnærming og valg av kontraktstrategi for utforming av konkurranse-grunnlag og evaluering, ble EKS og prosjektet derigjennom enige om å gjennomgå kontrakt- og evaluering for «Forberedende arbeider Åsland», og deretter konkurransegrunnlaget for TBM kontrakten.

Det ble også lagt til grunn for EKS sitt arbeid, å vurdere om det er forbedringspunkter innenfor Jernbaneverkets kontraktstrategi, herunder at detaljeringen av kontraktstrategien inn mot planlagt tidspunkt for kontraktsinngåelsesprosesser, blir så optimal som mulig.

Arbeidsunderlaget for kvalitetssikring av konkurransegrunnlaget for TBM kontrakten har vært en versjon av forespørselsdokumentene datert primo mars 2014.

5.4 BERØRTE PUNKTER VEDRØRENDE KONTRAKT- OG ANSKAFFELSES-STRATEGI

EKS har med det utgangspunkt og ståsted i Folloprosjektets fremdrift, med tanke på Anskaffelsesstrategi, valgt en tilnærming med å vurdere suksesskriteriene for inngåelse av de store og viktige kontraktene.

EKS har hatt fokus på at et viktig suksesskriterie kan sies å være å inngå kontrakt med «riktig» entreprenør, eller sagt på en annen måte; Unngå å «måtte» inngå kontrakt med en uønsket og/eller uegnet entreprenør, ut fra de valgte konkurransekriterier og den planlagte prosess.

Grunnlaget for en optimal utgang for dette ble først lagt gjennom prekvalifiseringen, dernest ytterligere gjennom de konkurransebetingelsene som fastsettes.

EKS har vurdert prosjektets valgte konkurransekriterier, dels ut fra kontrakt- og evaluering av de forberedende arbeider for Åsland, samt den foreliggende versjon av forespørselsdokumentene for TBM-kontrakten.

Utvelgelsen av de konkurrerende tilbud for Follobanen vil bli basert på poengsetting av ulike konkurransekriterier. Prosedyrer for en slik konkurranseform er et krevende juridisk område, og er ofte beheftet med omfattende klageprosesser. I denne konkurransen er seks internasjonale og profesjonelle aktører prekvalifisert. Disse vil bruke store ressurser i tilbudsarbeidet, og vil sette strenge krav til likebehandling og objektive, forutsigbare konkurransekriterier. Kravet til forespørselsdokumentene, tildelingskriterier og prosedyrer, må derfor være grundig faglig forankret.

Prosjektets og EKS sine vurderinger av disse forhold, er konkurransesensitive forhold som ikke kan medtas i denne rapporten. Det gjengis derfor kort kun enkelte områder som har vært berørt.

- Evalueringsrutiner med hensyn til forutsigbarhet, åpenhet og etterprøvbarhet
- Prosjektet har vurdert ulik grad av vekting av lavest pris og den beste evnen hos tilbyderne til selve prosjektgjennomføringen. EKS har gitt sine vurderinger av dette
- Valutaforhold. Med referanse til FINs regler og rutiner
- De juridiske kontraktbetingelsene i forhold til den valgte norske standarden NTK07
- Innføring av frivillige ordninger for alternative tvisteløsninger
- Sikring av prosjektets eierskap og råderett over sentrale fysiske innsatsfaktorer, herunder TBM maskiner og tilhørende anleggsutstyr
- Ulike kompensasjonsmekanismer ved endrede geologiske forhold
- Bruk av opsjoner
- Alternative tilbud og ulike tekniske løsningsforslag fra tilbyderne

EKS mener at dialogen med prosjektet har vært konstruktiv og oppklarende på de anførte punkter, hvor prosjektet anfører at det arbeides intenst med en rekke avklaringer i de nærmeste ukene. Disse endelige beslutninger vil da ikke kunne inngå i EKS sin kvalitetssikring.

5.5 TBM-KONTRAKTEN – STATUS, FREMDRIFT OG GODKJENNELSER

TBM kontrakten var planlagt sendt ut på konkurranse i god tid før Påsken 2014. Arbeidet med forespørselsdokumentene hadde da EKS startet sitt KS2 oppdrag, allerede pågått gjennom lang tid og var i månedsskifte februar/mars ikke endelig ferdigstilt.

EKS ble gitt tilgang til den versjon som var gjeldende pr primo mars 2014.

I EKS sin avsluttende gjennomgang med prosjektet i uke 14, ble det klart at endelige ferdigstillelse av forespørselsdokumenter nok ikke ville kunne ferdigstilles før tidligst i løpet av april 2014. Hensyntatt interne godkjennelser av dokumentene som angir de kontraktsfaglige valg som prosjektet har innstilt på, oppgir prosjektet at det ikke er usannsynlig at forespørselen blir først klar i mai måned.

Slik EKS vurderer det, gjenstår det betydelige vurderinger av viktige forhold knyttet til både konkurransebetingelser og kompensasjonsformat.

Det er ikke ideelt at EKS må avslutte sitt arbeid med kvalitetssikringen av Anskaffelsesstrategien, hvilket inkluderer forespørselsdokumentene, uten at disse verken er ferdigstilt eller godkjent av prosjektets overordnede.

Godkjennelsen av de ulike forespørselsdokumentene før disse kan sendes ut på konkurranse, er underlagt en egen godkjennelsesmatrise (Procurement Governance and Delegation of Authority). På grunn av den pågående omorganisering i Jernbaneverkets ledelse, oppgis den foreliggende matrisen å være under revisjon. Den nåværende godkjennelsesmatrise ivaretar etter EKS sitt syn ikke krav til definerte minimumsperioder for de ulike nivåenes godkjennelser, som kan gi utilstrekkelig tid for reell kontroll med mulighet for å stille spørsmål og få disse vurdert og besvart.

Prosjektet oppgir at en godkjennelse foregår ved at overordnede under store deler av prosessen er løpende orientert om de ulike problemstillingene og alternative valg for løsninger av disse, at når selve godkjennelsene skal foretas, så gjøres dette tilnærmet uten å måtte gå i dybden av dokumentene på hvert nivå.

EKS har ingen mulighet til å kontrollere eller overprøve denne praksisen, men opprettholder sine innspill om at godkjennelser av så store kontrakter må hensynta en reell mulighet for prosjektets overordnede til å sette seg inn i viktige problemstillinger og få eventuelle spørsmål vurdert og besvart før godkjennelser gis. En slik prosess tar tid.

5.6 OVERORDNET PROSJEKTFREMDRIFT

EKS konstaterer at prosjektet er på etterskudd med dokumentutarbeidelsen av konkurranse-grunnlaget og forespørselsdokumentene i sin helhet i forhold til planlagt fremdrift for inngåelse av TBM kontrakten. Prosjektet er nå svært nær de kritiske milepælene for utsendelse av TBM kontrakten på konkurranse med påfølgende evaluering for å kunne inngå Kontrakt første halvdel av 2015. Kun mindre utsettelser på inngåelse av TBM Kontrakten utover denne antatte dato, vil innebære at sannsynligheten for å ferdigstille Follobanen i 2021 er sterkt svekket. Prosjektet oppgir selv at de allerede har spist betydelig av den slakk som tidligere var lagt inn.

Det ligger ikke til EKS sin oppgave å analysere årsakene for den oppståtte forsinkelsen. Utgangspunktet er slik Prosjektjuss redegjorde for i sin rapport, den betydelige kompleksiteten i slike store internasjonale konkurranser og grunnlaget for dette, med verdier langt utover hva Jernbaneverket tidligere har håndtert.

Prosjektjuss mener å kunne slå fast at Jernbaneverket som byggherre historisk selv har opparbeidet liten erfaring med en slik EPC kontrakt i egen organisasjon. Denne kontraktsformen har, etter det EKS kjenner til, ikke vært benyttet i store jernbaneutbygginger i nyere tid. For å kompensere for manglende egenkompetanse rundt EPC har byggherren knyttet til seg ressurser med betydelig erfaring fra store prosjekter utført med EPC-kontrakter.

Prosjektet synes å være bemannet med individuelt erfarne og dyktige personer innenfor de kontraktsfaglige spørsmål, og man har knyttet seg opp til høyt kvalifiserte eksterne juridiske rådgivningsmiljøer. Forsinket ferdigstillelse av forespørselsdokumentene for TBM kontrakten pr dato i forhold til plan er uansett et faktum.

EKS vil peke på at den oppståtte forsinkelsen for utsendelse av konkurransegrunnlaget for TBM kontrakten også kan forskyve tidsrammen for både evaluering, klageprosesser og kontraktstyring under arbeidets gang. I så fall vil dette igjen ha konsekvenser for så vel fremdrift, ferdigstillelse i 2021 og prosjektkostnader.

6 GJENNOMGANG AV BASISESTIMAT

I dette kapittelet beskrives EKS sin vurdering av prosjektets basisestimat, det vil si grunnkalkyle pluss eventuelle legitime påslag for uspesifiserte poster. Basisestimatet representerer summen av den forventede verdien av hver definerte kostnadspost. Usikkerhet og påslag for denne fanges opp gjennom usikkerhetsberegningene i kapittel 7 og 8. Under gjennomgang av basisestimatet vektlegger EKS i særlig grad kontroll av:

- Transparens, herunder å påse at prosessen bak fremskaffelsen av tallstørrelse er dokumentert og etterprøvbar
- At spesifikasjonsgraden er i samsvar med god estimeringspraksis på aktuelt prosjektnivå
- At estimatet er komplett

SENTRALE BEREGNINGSFORUTSETNINGER

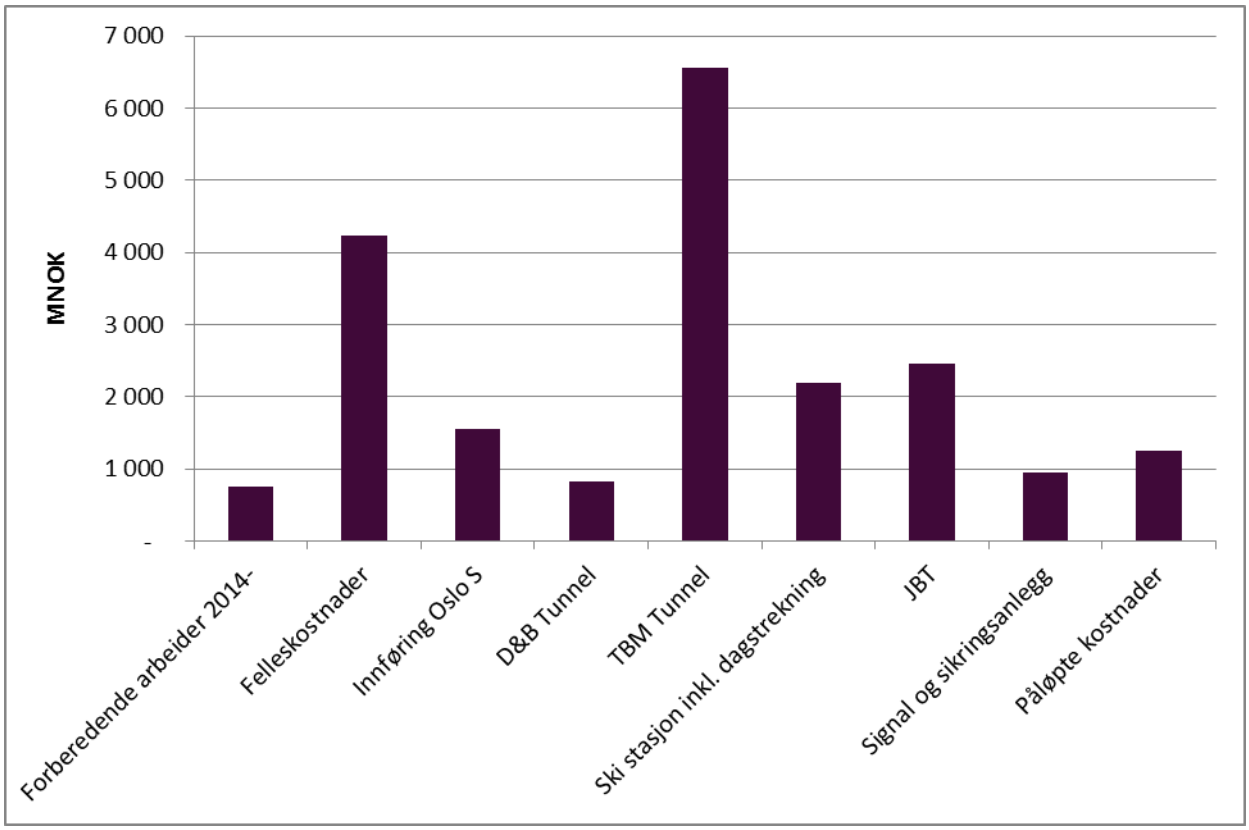
Under er en oversikt over sentrale beregningsforutsetninger for prosjektet:

- Det skal bygges cirka 22 km nytt dobbeltspor fra Oslo S til Ski
- Prosjektet skal ferdigstilles i løpet av 2021
- Det skal tilrettelegges for en hastighet på inntil 250 km/t
- EPC-kontrakter skal benyttes for de store entreprisene
- Hoveddelen av tunnelen skal drives ved tunnelboremaskin (TBM)
- Det skal ikke innføres ERTMS (signalanlegg) på Follobanen i løpet av dette prosjektet
- Hensettingssporet på Ski stasjon er ikke inkludert i beregningene

OPPRINNELIG BASISESTIMAT

Basisestimater for hvert delprosjekt ble mottatt 1.9.2013, sammen med et sammendrag av kostnadsestimatene i dokumentet «Sammendrag av kostnadsestimat for Utbygging basert på Detaljplanen fra oktober 2012». Inkludert Kostnadsrapporter utgjorde basisestimatene 19 vedlegg, som alle var prisnivå 2012-kroner. Det ble i etterkant tilsendt ytterligere detaljkalkyler på Excel-format. I løpet av kvalitetssikringen utarbeidet prosjektet en sammenstilt kalkyle, der kostnadene ble gitt i 2013-kroner og noe omplassering i henhold til entreprisestrategien. Sammenstilt kalkyle ble mottatt første gang 19.12.2013, og endret i flere omganger til siste versjon ble mottatt 4.3.2014. Den sist mottatte sammenstilte kalkylen er utgangspunktet for vurdering av basisestimatet.

Nedenfor vises prosjektets basisestimat, med oppbygging fordelt på delprosjektene.



Figur 11 Overordnet basisestimat for prosjektet

VURDERING AV PROSJEKTETS BASISESTIMAT

EKS har ved intervjuer av sentrale personer i prosjektet samt gjennom gruppeprosessen gjort en vurdering av basisestimatet fortløpende. Vurdering bygger på erfaringstall fra tilsvarende prosjekter, samt prosjektspesifikke tilpasninger. EKS har foretatt en selvstendig vurdering av kalkylen i forhold til de planer og forutsetninger prosjektet har lagt til grunn. Her gis en generell vurdering, med påfølgende ytterligere detaljerte vurderinger av basisestimatet til hvert delprosjekt i påfølgende delkapittel.

Prosjektets basisestimat er basert på detaljplan utarbeidet i 2012. I hovedsak er dette basert på oppmålte mengder fra tegninger og enhetspriser, med påslag for uspesifiserte tillegg. Korreksjonsfaktorer er benyttet for å reflektere avvik mellom basis for estimatet (enhetspris) og spesielle forhold på anleggsplass (tilkomstproblematikk, grunnforhold, støyrestriksjoner). Enhetsprisene er basert på erfaringstall som er eskalert til prisnivå juni 2012, og deretter prisjustert til prisnivå 2013 i en sammenstilling av kalkylene.

Prosjektets basisestimat baseres på erfaringer fra tilsvarende prosjekter, prosjektdeltakernes erfaringstall og referansegrunnlag. Prosjektet har utarbeidet separate kalkyler for hvert delprosjekt. Ulike prosjekterende har vært involvert, noe som gjenspeiles ved ulike oppsett for kalkylene. Blant annet har rådgivere fra Sveits kalkulert grunnkalkylen for TBM hvor det er benyttet et helt annet type oppsett enn hva som er vanlig ved konvensjonell sprengning. Basisestimatet for delprosjektene har av prosjektet blitt sammenstilt til et helhetlig basisestimat for hele prosjektet (heretter benevnt *Sammenstilt kalkyle*), hvorav siste oppdatering ble mottatt 4.3.2014. *Sammenstilt kalkyle* har til dels andre vurderinger enn rådgiverne har i underliggende detaljkalkyler. Det har gjort at sporbarheten i kalkylene ikke har vært fullstendig, noe som er ytterligere beskrevet i Notat 2 (vedlegg 4).

Prosjektet har pågått siden kostnadsestimatet ble utarbeidet for over et år siden, noe som medfølger flere endringer i prosjektet. I *Sammenstilt kalkyle* er endringer lagt til på overordnet nivå for hvert delprosjekt, med henvisning til kalkulasjon i egne Excel-ark. Endringene har ikke blitt fratrukket respektive kostnadsposter, noe som fører til at omfangsavviket blir mer utydelig da en har flere kalkyler

som beskriver omfanget (detaljkalkyler, sammenstilt kalkyle og kalkyle for hver endring).

EPC-kontrakter skal i stor grad benyttes. Utarbeidelsen av detaljkalkylene tar utgangspunkt i erfaringspriser fra byggherrestyrte kontrakter hvor enhetspris og mengde er detaljert beregnet. Hvordan basisestimatet er tilpasset den planlagte entrepriseformen fremkommer ikke tydelig. Byggherrekostnadene er høye tatt i betraktning at totalentreprise skal benyttes, noe som kan tyde på at entrepriseformen ikke er tilstrekkelig hensyntatt i estimatet.

Det er gjennomgående lagt til tillegg for uspesifisert. EKS påpeker at basisestimatet ikke skal inneholde usikkerhetsavsetninger og at uforutsette forhold skal fanges opp av usikkerhetsanalysen gjennom trippelestimater og usikkerhetsfaktorer. Basisestimatet skal gjenspeile sannsynlig mengde og pris for de enkelte elementer kalkylen er bygd opp av. For noen av kostnadspostene vurderer EKS det som forventet at tillegget vil komme, mens for andre er det ikke vurdert som riktig nivå. Hvordan uspesifiserte tillegg og tillegg for urasjonell anleggsgjennomføring er behandlet er diskutert for hvert delprosjekt i underliggende kapitler.

JUSTERT BASISESTIMAT

EKS og prosjektdeltakerne gjennomførte gruppeprosesser over to og en halv uke for å vurdere kostnader, estimatusikkerhet og usikkerhetsfaktorer. I forkant var det samtaler med rådgivere og prosjektdeltakerne knyttet til de mest sentrale kostnadspostene, samt oppsett av kalkyler. EKS har gjort endringer av basisestimatet for enkelte delprosjekt, og justeringene fremkommer i de kommende underliggende kapitlene for hvert delprosjekt.

I de grafiske fremstillingene under vises følgende for hvert delprosjekt:

- Prosjektets basisestimat 2012: Prosjektets grunnkalkyle for delprosjektet i 2012-kroner som er basert på detaljplan
- Prosjektets basisestimat 2013: Prosjektets grunnkalkyle som er prisjustert til 2013-kroner. Her er benyttet en prisstigning på 2,3 prosent. Her er prosjektets endringer fra detaljplanen ble utarbeidet inkludert
- EKS basisestimat Gruppeprosess: Inkluderer EKS endringer i forhold til prosjektets estimat før gruppeprosess ble gjennomført
- EKS basisestimat etter gruppeprosess: Inkluderer endringer i sannsynlig verdi som kom frem under gruppeprosessen.
- EKS basisestimat til rapport: Inkluderer endringer gjort av EKS etter gruppeprosessen, og det som danner grunnlaget for analyseresultatene i rapporten.

6.1 INNFØRING OSLO S

Basisestimatet for IOS inkluderer produksjons- og felleskostnader for underbygning. De resterende kostnadene for grunnkalkylen til IOS er trukket ut i de andre delprosjektene nevnt i kapittel 6Gjennomgang av basisestimat.

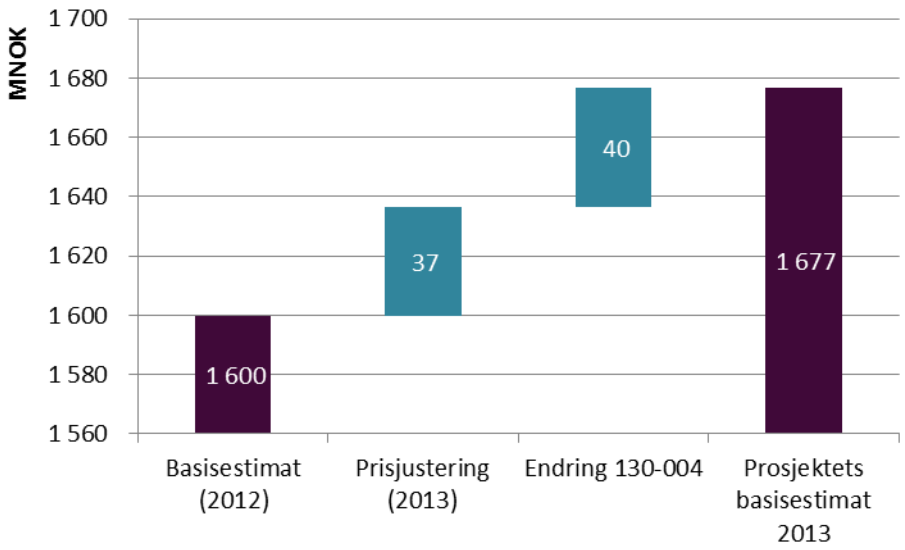
6.1.1 IOS – OPPRINNELIG BASISESTIMAT

Opprinnelig basisestimat for IOS viser en totaloversikt over kostnader, ekskludert signal, byggherrekostnader og jernbeneteknikk. Kostnadene utgjør til sammen 1 677 mill. kr (2013 kr). Dette er cirka 1 mill. kr avvik fra prosjektets basisestimat (1 676 mill. kr). Differansen skyldes EKS sin avrunding mot Follobaneprosjektets avrunding.

Under viser Figur 12 hvordan basisestimatet har utviklet seg fra detaljplan i oktober 2012 frem til og med desember 2013, inklusiv prisstigning. Endringen som er medtatt i basisestimatet er en endring prosjektet har registrert med endringsmelding. Endringer gjort fra Follobaneprosjektet etter at

sammenstilt kalkyle ble oversendt EKS medtas ikke her. Disse endringene er hensyntatt og dokumentert i usikkerhetsanalysen (se tabell for justert basisestimat i Vedlegg 7).

Kostnaden i endringsmeldingen (Endring 130-004) er inkludert 25 prosent for Entreprenørens rigg og drift, men eksklusiv påslag for byggherrekostnader.



Figur 12 Opprinnelig basisestimat IOS (fra 2012 til 2013 kroner)

6.1.2 IOS - VURDERING AV PROSJEKTETS BASISESTIMAT

Prosjektets basisestimat inkluderer påslag for urasjonell anleggsgjennomføring, uspesifisert og Entreprenørens rigg og drift. Disse påslagene er veldokumenterte i Detaljplan UOS-10-A-13070 rev. 00B, datert 4.9.2012.

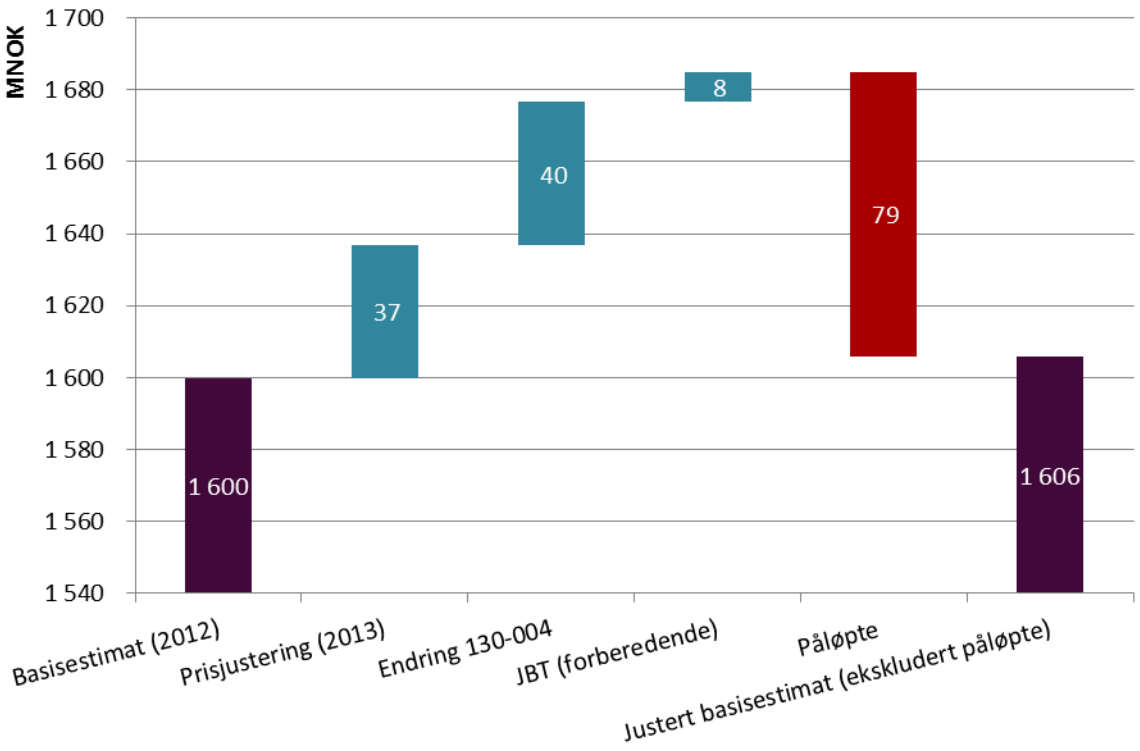
Prosjektet har lagt til Påslag for urasjonell anleggsgjennomføring da enhetsprisen i seg selv ikke tar høyde for krevende adkomstforhold og anleggsgjennomføring, i tillegg til at prosjektet skal bygges i faser. Påslagene er lagt til på kostnadspostene per fag, og varierer mellom 0 og 10 prosent på de forskjellige fagområdene. Uspesifisert er et påslag som prosjektet legger på «Spesifiserte kostnader» inkludert Urasjonell anleggsgjennomføring. Argumentet for å legge til dette er at prosjektet ikke er detaljprosjektert. Prosentsatsen per fag varierer mellom 5 og 20 prosent. Det er forventet at leverandørens tilbud vil gjenspeile argumentasjonen for påslagene. EKS vil derfor beholde påslagene som en del av basisestimatet da dette er forventet verdi.

Mengdeestimeringen som er lagt til grunn anses som rimelig i forhold til arbeidsomfanget som beskrives i detaljplan for IOS. EKS vurderer derfor basisestimatet som prosjektet har utarbeidet som rimelig.

6.1.3 IOS - JUSTERT BASISESTIMAT EKS

I dette avsnittet vises total oversikt over kostnader for IOS, ekskludert Signal, byggherrekostnader og jernbaneteknikk.

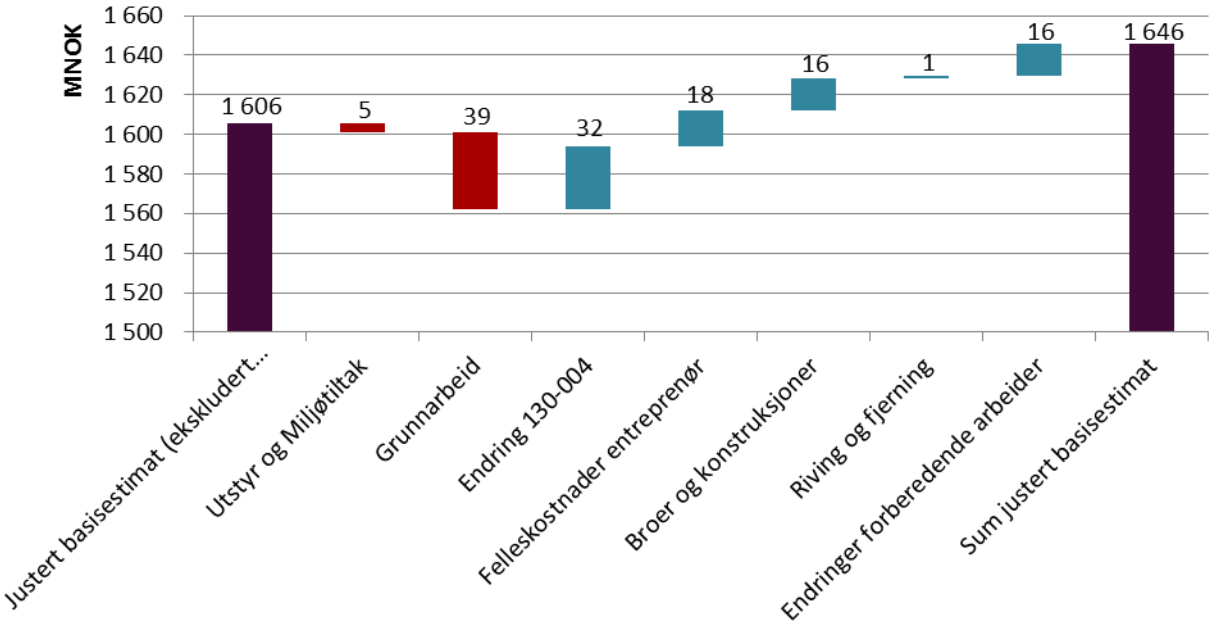
Det er inkludert en kostnad for jernbaneteknikk på cirka 8 mill. kr som er gjenstående kostnader fra forberedende arbeider (F04) på IOS. For at kostnaden ikke skal bli inkludert både på delprosjekt IOS og delprosjekt jernbaneteknikk etter EKS sin inndeling, er kostnaden trukket ut fra delprosjektet jernbaneteknikk (forberedende arbeider). I Figur 13 vises stegene gjort (fra venstre mot høyre) for å komme til prosjektets basisestimat (2013-kroner), inkludert jernbaneteknikk. Dette er basisestimatet som ble benyttet i gruppeprosess og usikkerhetsanalysen.



Figur 13 Prosjektets basisestimat IOS (prisnivå 2013), inkludert gjenstående forberedende arbeider for jernbaneteknikk og ekskludert påløpte

Sammenstillingen over er fortsatt lik opprinnelig basisestimat IOS (Figur 12), sett bort ifra kostnaden på jernbaneteknikk og påløpte kostnader

Videre ble basisestimatet justert fra 1 606 mill. kr til 1 646 mill. kr i løpet av gruppeprosess. Figur 14 viser overordnet hvilke elementer som ble justert etter gruppeprosess.



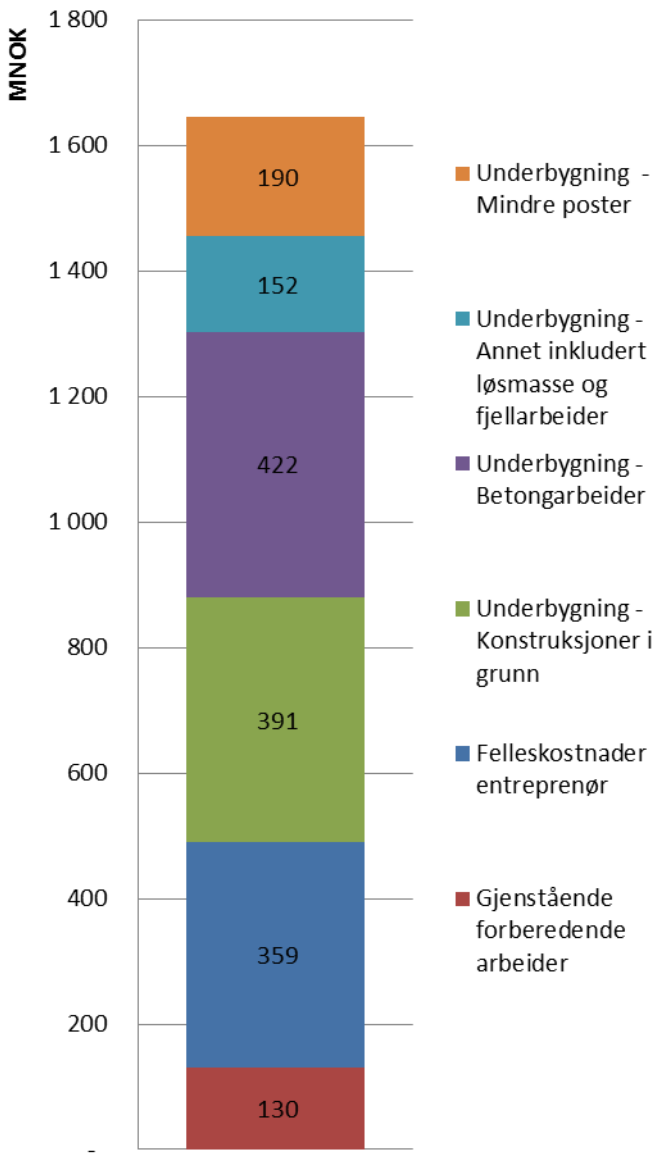
Figur 14 Justert basisestimat IOS (prisnivå 2013)

Ved å lese Figur 14 fra venstre mot høyre fremkommer endringene i basisestimatet slik (se Vedlegg 7 for detaljert gjennomgang):

- 5 mill. kr ble trukket fra Utstyr og miljøtiltak og overført til Forberedende arbeider.
- Cirka 39 mill. kr ble redusert fra Grunnarbeider. Her ble det gjort endring for påslag til urasjonell anleggsgjennomføring. Prosentsatsen ble økt med 5 prosent (fra 10 til 15 prosent) som tilsvarer cirka 6,9 mill. kr, i tillegg til at det ble trukket ut 32 mill. kr (endring 130-004 ekskludert Entreprenørens rigg og drift) som ble lagt i egen post (Endring 130-004). Videre ble gjort noen omfordelinger av forberedende arbeider.
- 32 mill. kr ble flyttet fra Grunnarbeider og lagt i egen post som ble kalt Endring 130-004.
- Cirka 18 mill. kr ble lagt til på Entreprenørens rigg og drift. Dette ble endret da EKS regnet ut dette påslaget fra 30 prosent av P50 på underbygningskostnadene (etter gruppeprosess og usikkerhetsanalyse).
- Broer og konstruksjoner fikk en oppjustering på cirka 16 mill. kr. 50 prosent av kostnaden på Mosseveien måtte beholdes (cirka 4 mill. kr), 40 prosent av forberedende arbeider ble lagt til på Løsmasse- og fjellarbeider (4 mill. kr), økt kompleksitet for Armering kamstål (5 mill. kr) og endring på forberedende arbeider på cirka 3 mill. kr totalt.
- Riving og fjerning fikk total endring på cirka 1,5 mill. kr (avrundet i Figur13). Loenga fikk reduksjon i omfang (7 mill. kr), reduksjon i antatt kostnad for fjerning av hus (cirka 7 mill. kr) og omfordeling av kostnader i forberedende arbeider. På gruppeprosess ble gjenstående kostnadsposter beskrevet, og sum presisert. Ut fra dette ble en tilleggskostnad på cirka 10 mill. kr lagt til.
- 16,5 mill. kr ble lagt til forberedende arbeider. Dette inkluderer 3,5 mill. kr redusert kostnad for entreprenørens rigg og drift (F04), økt omfang på forberedende arbeider (F01) med 3 mill. kr, 5 mill. kr for støytiltak (F08) og 5 mill. kr for å inkludere Mosseveien (F06).

OPPBYGGNING AV JUSTERT BASISESTIMAT

Figur 15 viser hvordan de ulike postene er fordelt i basisestimatet, etter justeringen i gruppeprosessen. Total sum i oppbygningen tilsvarer sum i Figur 14 (1 646 mill. kr).



Figur 15 Oppbygging av justert basisestimat for innføring Oslo S (prisnivå 2013)

Følgende inndeling av kostnadsposter er gjort i Figur 15:

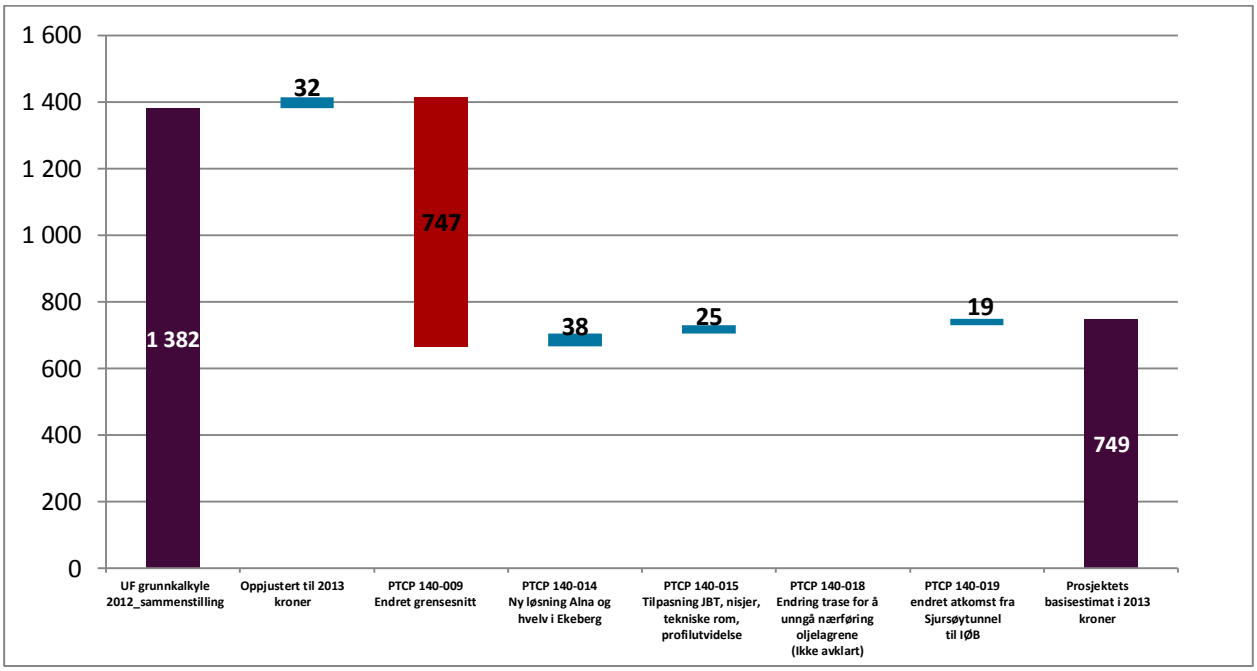
- Gjenstående forberedende arbeider (cirka 130,5 mill. kr).
- Underbygning – Mindre poster inkluderer Endring 130-004 (32 mill. kr), Grunnarbeider (72 mill. kr), Veger og banelegeme (11 mill. kr), Utstyr og miljøtiltak (35 mill. kr) og Riving- og fjerning (40,5 mill. kr). Totalt blir denne posten cirka 190,5 mill. kr.
- Underbygning - Annet inkludert løsmasse og fjellarbeider (152,5 mill. kr) inkluderer postene Annet (Stålarbeider, utstyr, slitelag og spesialarbeider, og øvrig) som er på cirka 17 mill. kr og Løsmasse- og fjellarbeider på cirka 135,5 mill. kr.
- Underbygning - Betongarbeider er egen post i justert basisestimat på cirka 422,5 mill. kr.
- Underbygning – Konstruksjoner i grunn er egen post i justert basisestimat på cirka 392,5 mill. kr.
- Entreprenørens rigg og drift er egen post i justert basisestimat på cirka 359 mill. kr.

6.2 KONVENSJONELL TUNNELDRIFT – D&B

I starten av prosjektet ble både D&B og TBM vurdert som drivemetoder for hele tunnelstrekningen. Basisestimatet for D&B er et utdrag av kalkylen for hele tunnelstrekningen. Området som i dag skal drives med D&B omfatter i dag kostnadspostene «09 Crossing underneath Ekebergtunnelen», «10 3-lane track», «11 Østfoldbanen», «Omlegging Alnaelva», «Pumpestasjon» og deler av «07 Bekkelaget». Det har videre skjedd endringer, som illustreres videre i dette kapittelet.

6.2.1 D&B - OPPRINNELIG BASISESTIMAT

Under vises utviklingen fra prosjektets kostnadsutvikling fra basisestimat 2012 til basisestimat 2013. I Figur 16 illustreres UF grunnkalkyle 2012_sammenstilling på 1 382 mill. kr i søylen til venstre. Denne posten inkluderer områdene knyttet til D&B delen av prosjektet før endringer er gjort.



Figur 16 Basisestimat 2012 til basisestimat 2013 D&B

Den siste kalkylen mottatt av prosjektet er «UF Grunnkalkyle okt 2012_ sammenstilling 2013 kroner med endringer_feb 2014». Figur 16 viser endringene fra UF Grunnkalkyle til sammenstillingen med endringer som ender på prosjektets basisestimat på 749 mill. kr.

Det legges til en økning på 2,3 prosent på alle kostnader grunnet prosjektets prisindeksregulering fra 2012 til 2013 kroner. Videre illustreres en stor endring PTCP 140-009 som illustrerer endringen av grensesnitt mellom TBM og D&B. Her forsvinner store deler av kostnadene knyttet til delen «Bekkelaget». Videre illustreres 3 endringer som fører til økt kostnad. PTCP 140-014 er endring for ny løsning Alna og hvelv i Ekeberg som resulterer i en økning på 38 mill. kr. PTCP 140-015 er endring knyttet til tilpasning for JBT med nisjer, tekniske rom og profilutvidelse. PTCP 140-019 er endringen knyttet til endret atkomst fra Sjursøytunnel til IØB, dette gir en økt kostnad på 749 mill. kr. Endring PTCP 140-018 er under utarbeidelse og kostnaden for denne endringen er ikke fastsatt.

6.2.2 D&B - VURDERING AV PROSJEKTETS BASISESTIMAT

EKS har intervjuet sentrale personer i prosjektet, samt ansvarlige for prosjektering av detaljert masterplan og hovedplan. EKS med fagekspert har foretatt selvstendig vurdering av kalkylen. Enhetspriser og mengder er gjennomgått. Enhetsprisene virker å være fornuftige og betongprisene er avstemt med markedet. Imidlertid antas vann- og frostsikringen å være for lavt priset. Fellesprosjektet

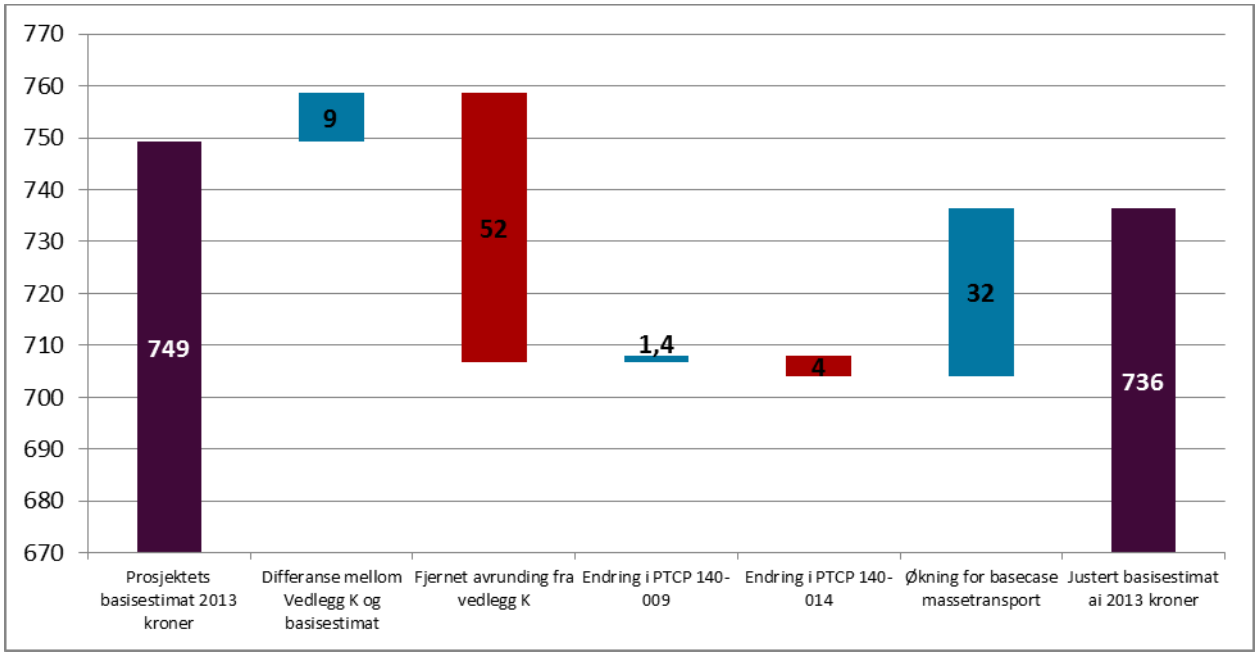
er benyttet som referanseprosjekt. Tilbakemelding fra Fellesprosjektet er at mottatt pris fra entreprenør er en lav pris fra entreprenør. Samme lave pris forventes ikke på Follobanen. I tillegg har Follobanen høyere kompleksitet i utførelsen.

Mengdeestimeringen som er lagt til grunn vurderes av EKS til å være rimelig ut i fra egen beregning. Sikringsmengdene er basert på Q-systemet som klassifiserer bergmassene med tilhørende sikringsomfang/-type. Variasjonene ligger hovedsakelig i mengde spilingbolter og sprøytebetong.

Prosjektets basisestimat inneholder påslag for uspesifiserte kostnader på 8prosent, samt rigg og drift på 30prosent. Dette har blitt diskutert med prosjektet og anses som fornuftige påslag med tanke på omfang og kompleksitet for de ulike delene av D&B kontrakten.

6.2.3 D&B - JUSTERT BASISESTIMAT

Figur 17 viser total oversikt over kostnader for tunnelen drevet med D&B. Utgangspunktet er prosjektets basisestimat i 2013 kroner på 749 mill. kr som vist i Figur 16. Under figuren forklares endringene.



Figur 17 Justert basisestimat D&B 2013 kroner

Den første endringen er en økning på 9 mill. kr. Denne endringen skyldes at EKS har tatt utgangspunkt i Vedlegg K: Kostnadsammenstilling_Follobanenen_DB_IØB_3spors_splitt som basisestimat 2012 etter avklaring med Morten Kristoffersen 6.2.2014. Vedlegg K inneholder riktig fordeling av kostnader for D&B kontrakten. Dette fører til en økning på 9 mill. kr i 2013-kroner.

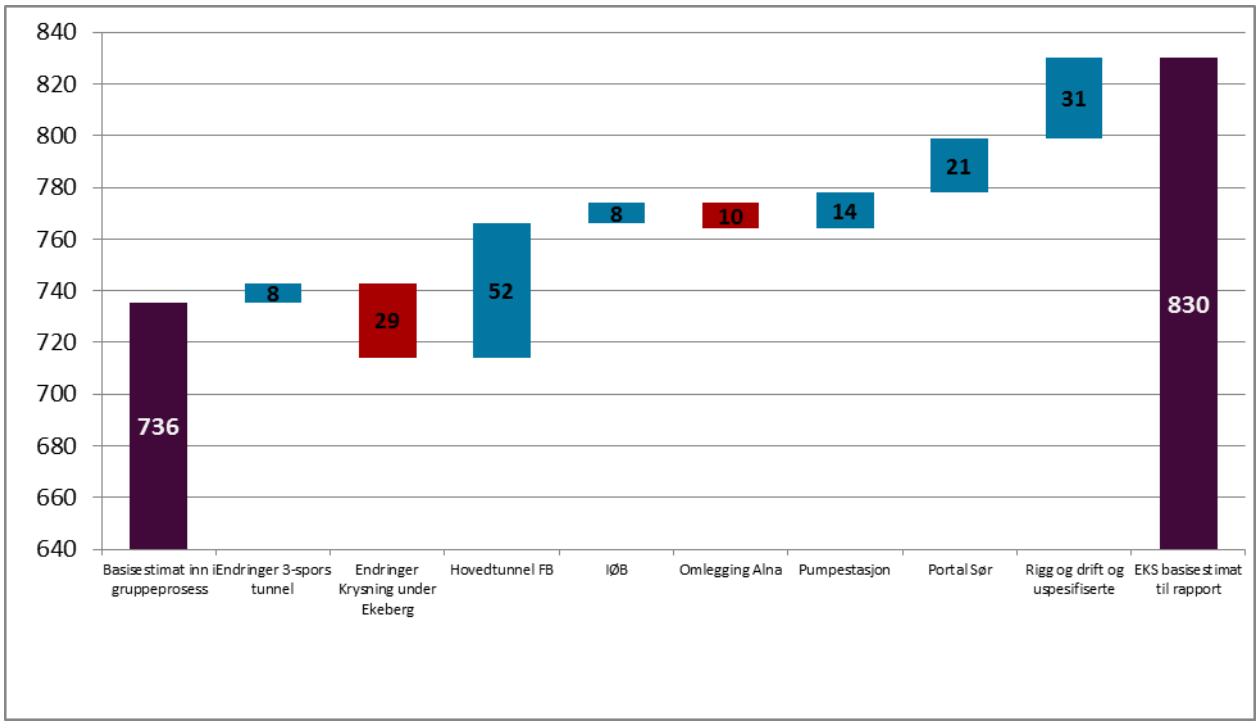
Videre vises en reduksjon på 52 mill. kr. Det var benyttet «round-up» i avrundet sammenstilling for Vedlegg K, noe som ga et påslag på 52mill. kr. EKS har derfor valgt å gå videre med ikke avrundet sammenstilling og reduserer derfor estimatet med 52 mill. kr.

EKS har benyttet underliggende kalkyler knyttet til endringsmeldingene for å komme frem til endelige kostnader for endringene. Her er det en økning på 1,4 mill. kr PTCP 140-009 og en reduksjon på 4 mill. kr knyttet til PTCP 140-014. Dette skyldes blant annet rigg og drift kostnader på deler av endringene. Da dette ikke er store kostnader gås dette ikke videre inn på.

I tillegg har basecase for massetransport lagt til. Ut ifra forventet massetransport manglet det 32 mill. kr i estimatet til prosjektet for å stemme med basecase ref dok. Follobanen - Strategi for avhending av overskuddsmasser, dok. nr. UFB-30-0-00001,rev. 00A datert 20.1.2014.

Disse endringene fører til et justert basisestimat på 736 mill. kr. Dette estimatet ble tatt med inn i

gruppeprosessen. I Figur 18 vises endringer som ble gjort i og etter gruppeprosessen.



Figur 18 Endelig basisestimat D&B 2013-kroner

I gruppeprosessen ble hvert delområde diskutert. Figur 18 viser endringene som ble foretatt i løpet av diskusjonene og i etterkant av gruppeprosessen. Endringene som er illustrert i Figur 18 kan bestå av flere endringer. Det kan være feil plassering av endringer, økning og reduksjon i sannsynlig kostnad basert på diskusjon i gruppeprosess, nye beregninger i og etter gruppeprosess, samt ny fordeling av kostnader. Endringene som er foretatt er videre forklart i vedlegg 9.

Enkelte av PTCP 140 endringene var ikke fordelt på de ulike kostnadspostene av prosjektet og ble derfor fordelt av EKS etter beste evne. Det viste seg i løpet av gruppeprosessen at enkelte kostnadsposter og endringer skulle flyttes mellom de ulike delprosjektene.

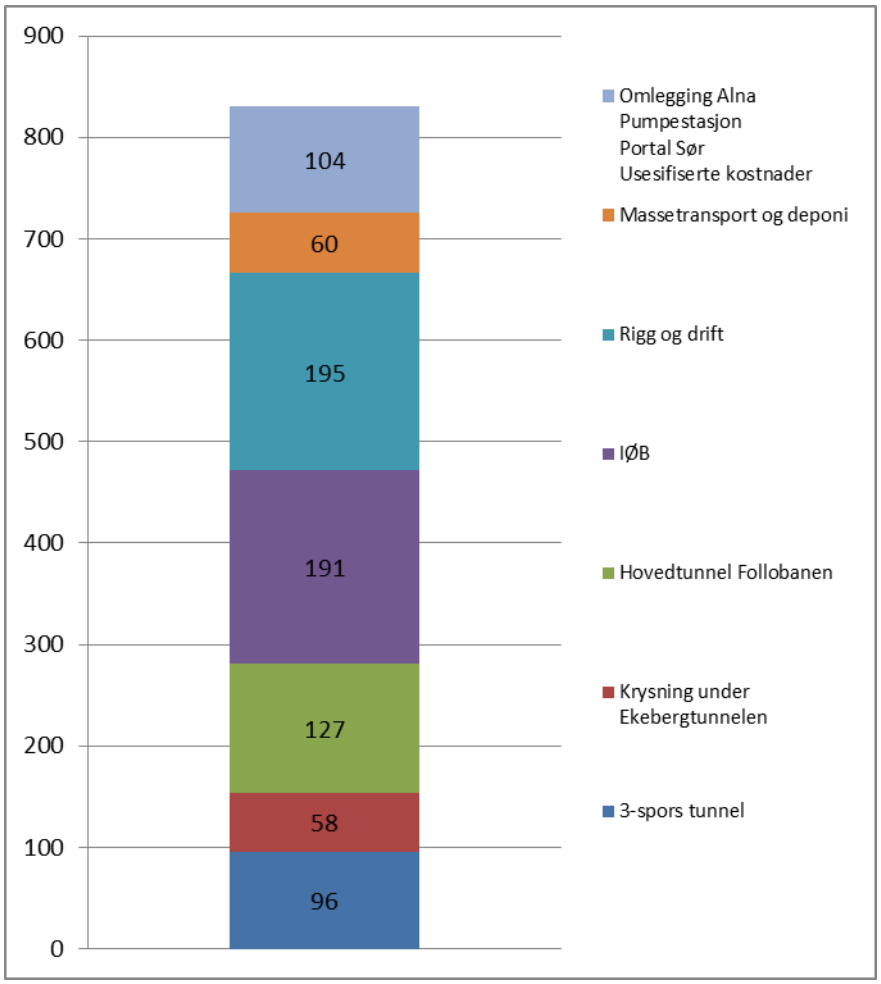
Pumpestasjon er hentet ut fra «Omlegging Alnaelva» og Portal Sør er opprettet som en egen kostnadspost fra «IØB». Grunnen til at det allikevel er en økning på 8 mill. kr knyttet til IØB skyldes at det har skjedd flere endringer i og etter gruppeprosessen knyttet til denne posten.

I gruppeprosess ble det enighet om prinsipper for utregning av bergsikring for resterende deler i prosjektet. Dette er gjennomført av EKS basert på disse prinsippene. Prosjektet har derfor ikke sett de endelige tallene for bergsikring.

Som figuren og endringsloggen i vedlegg 9 viser har det skjedd mange endringer i D&B delen av Follobaneprosjektet. Sannsynlig kostnad for denne delen av prosjektet ender etter gruppeprosess på 830 mill. kr. Dette er en økning på 81 mill. kr fra prosjektets sammenstilling «UF Grunnkalkyle okt 2012_ sammenstilling 2013 kroner med endringer_feb 2014» på 749 mill. kr. Og en økning på 94 mill. kr fra EKS sitt justerte basisestimat på 736 mill. kr.

D&B - OPPBYGGING AV JUSTERT BASISESTIMAT

Figur 19 illustrerer hvordan kostnadene i det endelige estimatet er fordelt på de ulike områdene i D&B-kontrakten. Dette er i 2013 kroner og basert på resultatene fra gruppeprosess og videre utregninger og avklaringer i etterkant av gruppeprosess.



Figur 19 Oppbygning av basisestimat D&B til rapport (2013-kroner)

Følgende deler er presentert i oppbygningen av endelig basisestimatet for D&B:

1. Øvrige inkl. uspesifisert
    - Omlegging Alna
    - Pumpestasjon
    - Portal Sør
    - Uspesifiserte kostnader på 8prosent
2. Massetransport og Deponi
   Dette er kostnaden for basecaset knyttet til massetransport mottatt av prosjektet.
3. Entreprenørens rigg og drift
   Dette er prosentsatsen som er satt til å være 30 prosent på sannsynlig.
4. IØB – Inngående Østfoldbane
5. Hovedtunnel Follobanen (tidligere Bekkelaget)
6. Krysning under Ekebergtunnelen
7. 3-spors tunnel

Punkt 4-7 inneholder kostnader knyttet til driving, vann og frostsikring, bergsikring, samt øvrige kostnader knyttet til de respektive områdene. For flere detaljer fra de ulike delene, se Vedlegg 8. Her beskrives hver post fra inngang til gruppeprosess til endelig justert basisestimat.

6.3 TUNNELBORING – TBM

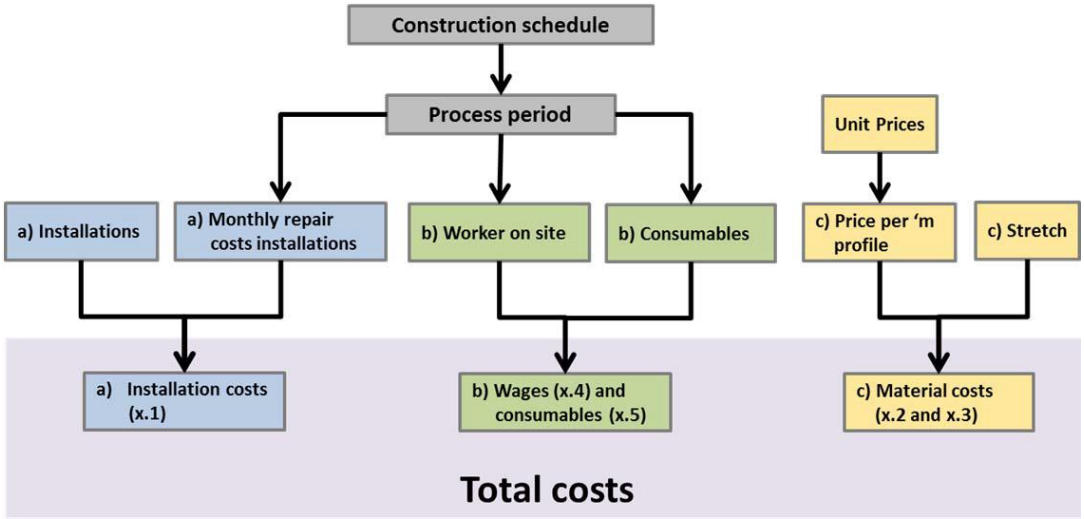
Basisestimatet for TBM-kontrakten inkluderer tunnel drevet med både TBM og D&B. Estimatet tar utgangspunkt i konseptet fra detaljplan basert driving av 4 TBM fra et stort riggområde på Åsland. Hovedarbeidene for TBM-kontrakten består av driving av hovedtunnel med TBM og sprengning av tverrforbindelser, tunneler og andre bergrom. Forberedende arbeider drevet med D&B er tatt med i basisestimatet og består av sprengning av adkomsttunneler fra Åsland og ned til redningsområdet.

Driving med D&B ble kalkulert basert på kjente standarder utviklet av Jernbaneverket. Den velkjente utregningsmetoden tar utgangspunkt i mengder for hver operasjon med tilhørende enhetspriser hentet fra sammenlignbare prosjekter.

Kostnadsestimatet for tunnelen drevet med TBM er kalkulert av en utenlandsk entreprenør, med en annen tilnærming enn Jernbaneverkets standarder. Estimatet er utført i 3 steg, som til slutt resulterer i en samlet konstruksjonskostnad (Total costs).

Metodens tre steg:

1. Kalkulasjon av installasjonskostnaden (Installation costs)
2. Kalkulasjon av lønninger og forbruksmateriell (Wages and consumables)
3. Kalkulasjon av materialkostnader(Material costs)



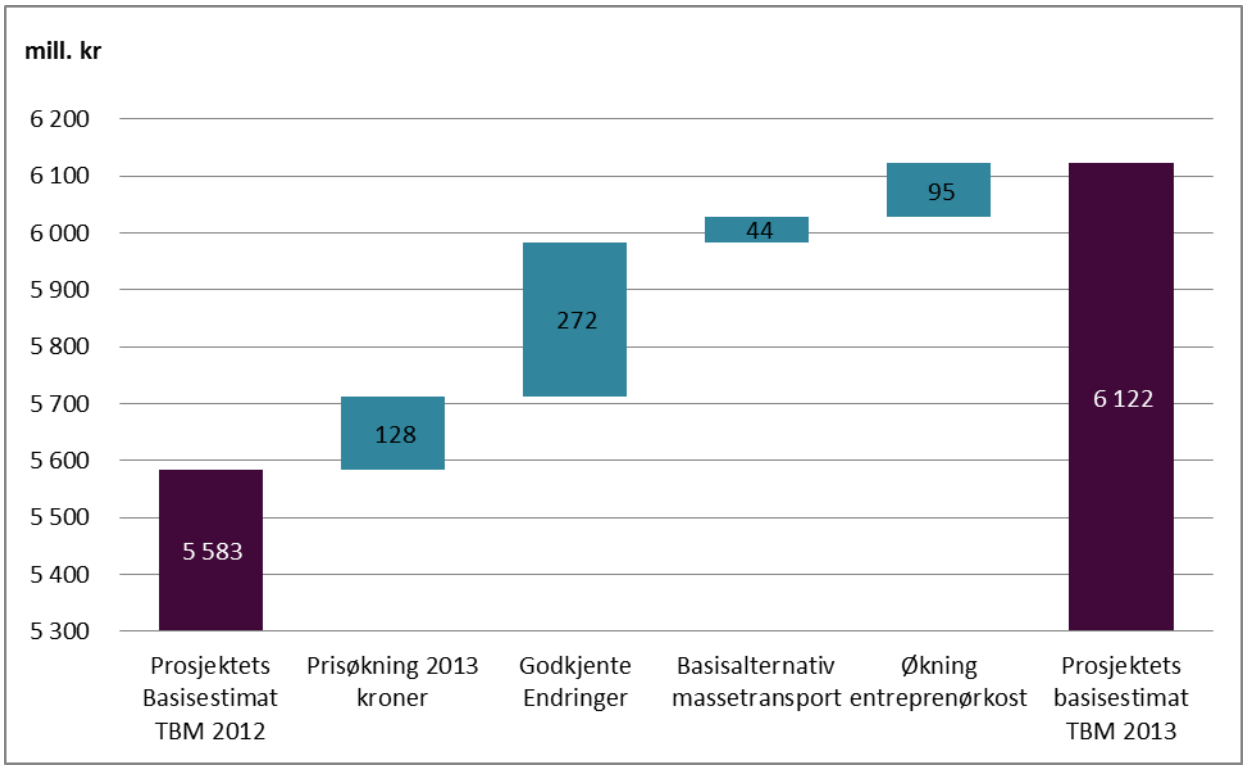
Figur 20 TBM-kalkylens tre steg

Slik som figuren over viser er installasjonskostnaden, lønninger og forbruksmateriell tidsavhengige. Det vil si at kostnadene er avhengig av driftstiden for hver individuelle prosess. Materialkostnader er kalkulert på tilsvarende måte som D&B, med utgangspunkt i enhetspriser og mengder. I sammenstillingen for basisestimat TBM er kostnadene brutt ned etter Jernbaneverkets standardoppsett.

6.3.1 TBM - OPPRINNELIG BASISESTIMAT

Her presenteres en oversikt over kostnadsutvikling fra prosjektets basisestimat TBM 2012 til prosjektets basisestimat TBM 2013. Godkjente endringer på 272 mill. kr inkluderer alt av prosjektendringer fra detaljplan til dagens konsept. Kostnadskonsekvensen av nytt basisalternativ for deponi og avhending av masse er kalkulert som differansen mellom totalkostnad for massehåndtering i detaljplan og prosjektets basisalternativ for massehåndtering. Økningen er kalkulert til 44 mill. kr. Endringen av entreprenørkostnad på 95 mill. kr er basert på 30 prosent rigg og drift-kostnader av godkjente endringer og basisalternativ massehåndtering. Totalt sett øker basisestimat TBM med 539 mill. kr, fra 5583 mill. kr

i 2012 til 6122 mill. kr i 2013.



Figur 21 Prosjektets basisestimat fra 2012 til 2013

6.3.2 TBM - VURDERING AV PROSJEKTETS BASISESTIMAT

Prosjektets grunnkalkyle er basert på erfaringer fra tilsvarende prosjekter, prosjektdeltakernes erfaringstall og referansegrunnlag.

EKS har tilegnet seg informasjon i prosessen ved befaring på Koralmprosjektet i Østerriket. Et prosjekt som har likheter ved Follobanen. Eks hadde samtaler og intervjuer med byggherre, entreprenør og prosjekterende. I den videre prosessen har EKS benyttet byggherrens prosjektsjef Gerhard Harer i konsultasjoner og i gruppeprosess. Videre har EKS gjennomført intervjuer av sentrale personer i Follobanen samt gjennom gruppeprosessen gjort en vurdering av grunnkalkylen fortløpende. Vurdering bygger på erfaringstall fra tilsvarende prosjekter, samt prosjektspesifikke tilpasninger. EKS har foretatt en selvstendig vurdering av kalkylen i forhold til de planer og forutsetninger prosjektet har lagt til grunn.

EKS har vurdert prosjektets modningsgrad basert på foreliggende dokumenter og intervjuer. Prosjekteringen har på deler av prosjektet foregått parallelt med KS2. EKS har etter oppdatert prosjektering funnet at modningsgraden ser ut til å være tilfredsstillende. Prosjekterte løsninger og valg ser ut til å være godt underbygget.

TBM-entreprisen består av en D&B-del som gjennomføres i hovedsak før oppstart av TBM-driving. Det er for D&B-delen gjort en evaluering av grunnforhold der bergmassene er inndelt i representative klasser, bergmasseklasser, som bygger på Q-systemet med tilhørende sikringsklasser. Prosjektet synes å ha medtatt sikringsmengder i henhold til Q-systemet. EKS har gjennomgått prosjektets sikringsmengder i detalj og finner disse forsvarlige. Eks sin vurdering er basert på prosjektets fordeling av geologiske klasser.

Prosjektet har medtatt en kostnadspost på 8 prosent for D&B og 3 prosent for TBM-delen for elementer som ikke er spesifisert. Dette er uspesifiserte kostnader som prosjektet erfaringsvis vet ikke er medtatt i kalkylen. EKS påpeker at grunnkalkylen ikke skal inneholde usikkerhetsavsetninger og at uforutsette forhold skal fanges opp av risikofaktorer. Grunnkalkylen skal gjenspeile sannsynlig mengde og pris for de enkelte elementer kalkylen er bygd opp av. EKS mener enhetspriser i tunnel drevet med D&B i

utgangspunktet skal være dekkende for det arbeid som sorteres under hvert enkelt element. Eksempelvis skal sprengningsprisen være et gjennomsnitt av salver drevet i godt og dårlig fjell. Imidlertid er dette et krevende anlegg med mange tilpasninger mot eksisterende tunneler og bergrom. EKS ser utfordringene og mener det er fornuftig med 8 prosent påslag for uspesifisert. For TBM har konsulenter erfaringstall som viser at uspesifisert ligger på omtrent 3 prosent for denne type entreprise. EKS mener prosjektet har synliggjort at nivået er fornuftig.

Prosjektets basisestimat for TBM-entreprisen har basis i NOK 2012. Det er benyttet enhetspriser fra sammenlignbare prosjekter, i hovedsakelig Tyskland og Sveits. Kostnadsestimatet for TBM-arbeidene fremkommer ved kalkulasjon av installasjonskostnader, lønninger og forbruksmateriell samt konstruksjonsmaterialer. Enhetspriser er hentet fra det norske markedet, hovedsakelig timepriser, enhetspriser for betong og armering samt enhetspriser for sikringsmateriell. Timepriser varierer fra 400-430NOK/time for mannskap. EKS har gjennomgått kostnadskalkylen og finner denne detaljert og robust. EKS har gjennom egen beregning funnet at kostnad for tverrforbindelser er noe lav. Kostnader for tverrforbindelser mellom hovedløp er avstemt mot Koralm og Hallandsåsen (i den grad denne kan sammenlignes). Kostnader for TBM-drift, installasjoner og betonglining er avstemt sammen med Harer, der Harer har kontrollert mot Koralm samt andre sammenlignbare prosjekter.

Etter basisestimatet av juni 2012 er det gjennomført en del endringer. Dette særlig på D&B-delen med atkomsttunneler og rømningskonsept. Hovedendringene er som følgende:

Tabell 12 Endringer TBM

Endringsnummer	Omfang	Kostnad (mill. kr)
140 - 009	Endring av grensesnitt mellom tunnel drevet med TBM og D&B.	+595
140 - 010	Endret utforming av montasje- og logistikkhaller ved Åsland.	-190
140 - 011	Tverrforbindelser	-167
140 - 012	Tverrforbindelser og redningstunnel	-4
140 - 013	Etablering av redningsanlegg ved Åsland	+120
Totalt underbygning		+272
Totalt entreprenørkostnad		+82

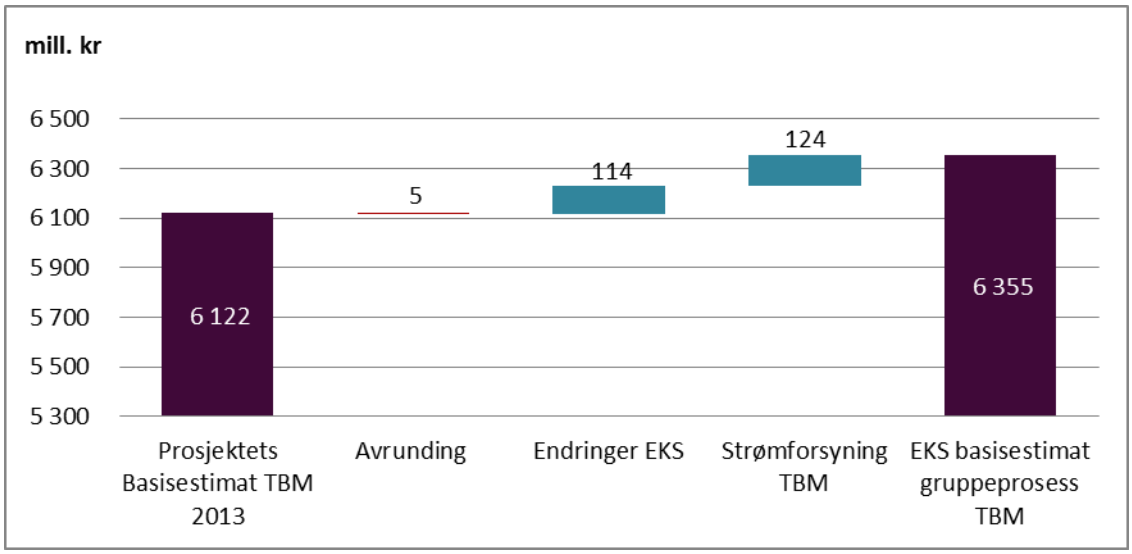
EKS har gjennomgått endringene og finner dette som en prosjektoptimalisering. Dette har medført løsninger med større funksjonalitet (redningskonsept) samt løsninger som er mer kostnadseffektive.

Prosjektet hadde i utgangspunktet medtatt transport av overskuddsmasser fra Åsland til Franzefoss på Vinterbro. Dette er en transportavstand på 12-13km. Det var ikke i estimatet medtatt deponeringskostnad på Franzefoss. Prosjektet vurderte det som sannsynlig å plassere 2 200 000 pam3 TBM-masser på Åsland, mens 2 000 000 pam3 TBM-masser må transporteres til et eksternt deponi. Totalt har prosjektets basisalternativ for massehåndtering gitt en merkostnad på 44mill. kr.

EKS støtter prosjektets basisalternativ som omfatter deponering av masser på Åsland. Siden reguleringene på Åsland ikke er godkjent per i dag, vurderer EKS det som fornuftig å definere et basisalternativ som inkluderer transport av 2 000 000 pam3 til eksternt deponi.

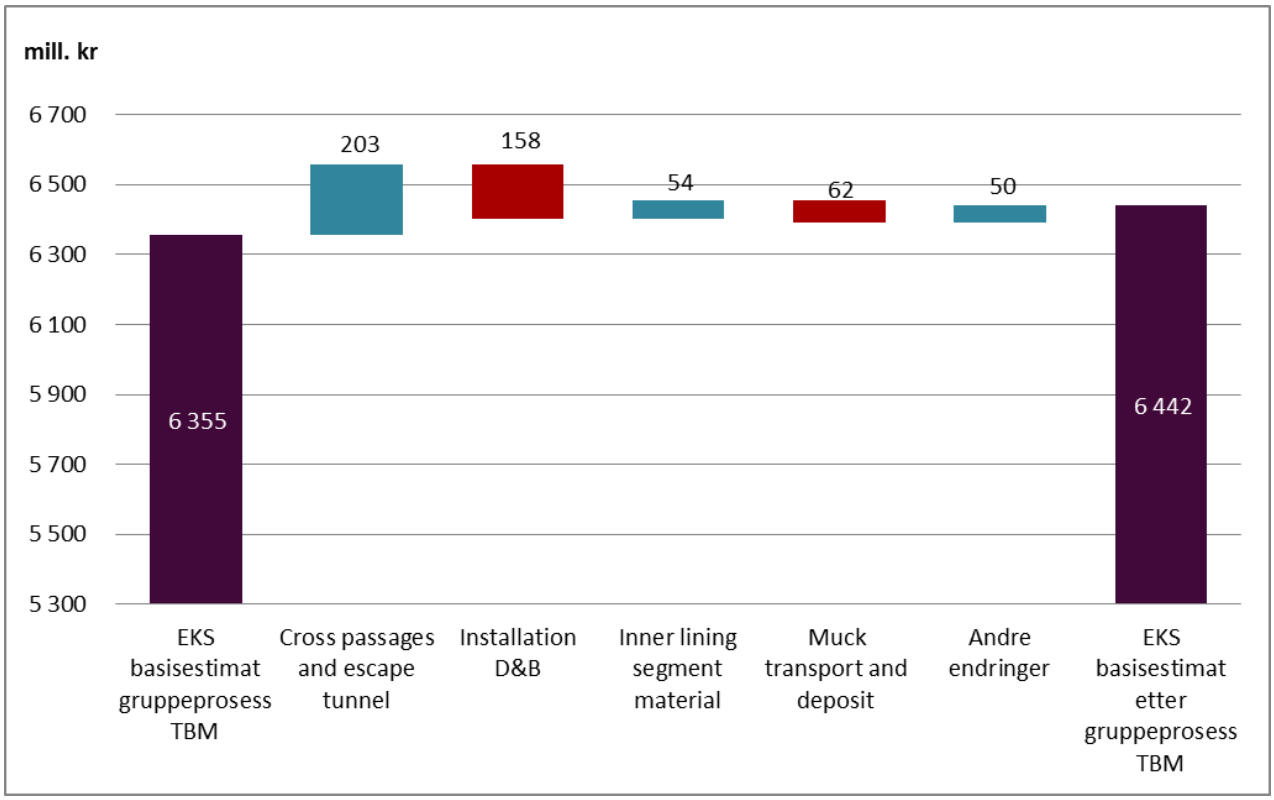
6.3.3 TBM - JUSTERT BASISESTIMAT

Diagrammet fra Figur 22 viser hvordan EKS har justert prosjektets basisestimat TBM 2013 til EKS sitt basisestimat TBM inn til gruppeprosess. EKS har trukket fra 5 mill. kr som en følge av avrundingsfeil fra basisestimatet 2012. Økningen på 114 mill. kr skyldes to avvik mellom prosjektets sammenstilling og beregninger gjennomført av EKS. Et avvik på 16 mill. kr kommer fra differansen mellom endring 140-009 på 595 mill. kr fra prosjektets sammenstilling og endring 140-009 på 610 (inkludert endring for tverrforbindelser D&B) mill. kr fordelt etter JBV standardoppsett. Det andre avviket på 98 mill. kr skyldes at EKS har inkludert uspesifisert og rigg og drift kostnader for massetransport basert på basisalternativet for massehåndtering. Disse kostnadene var utelatt fra prosjektet basisestimat TBM 2012. Kostnaden for strømforsyningen til TBM på 124 mill. kr har blitt lagt til prosjektets basisestimat, slik at alle forberedende arbeider er inkludert.



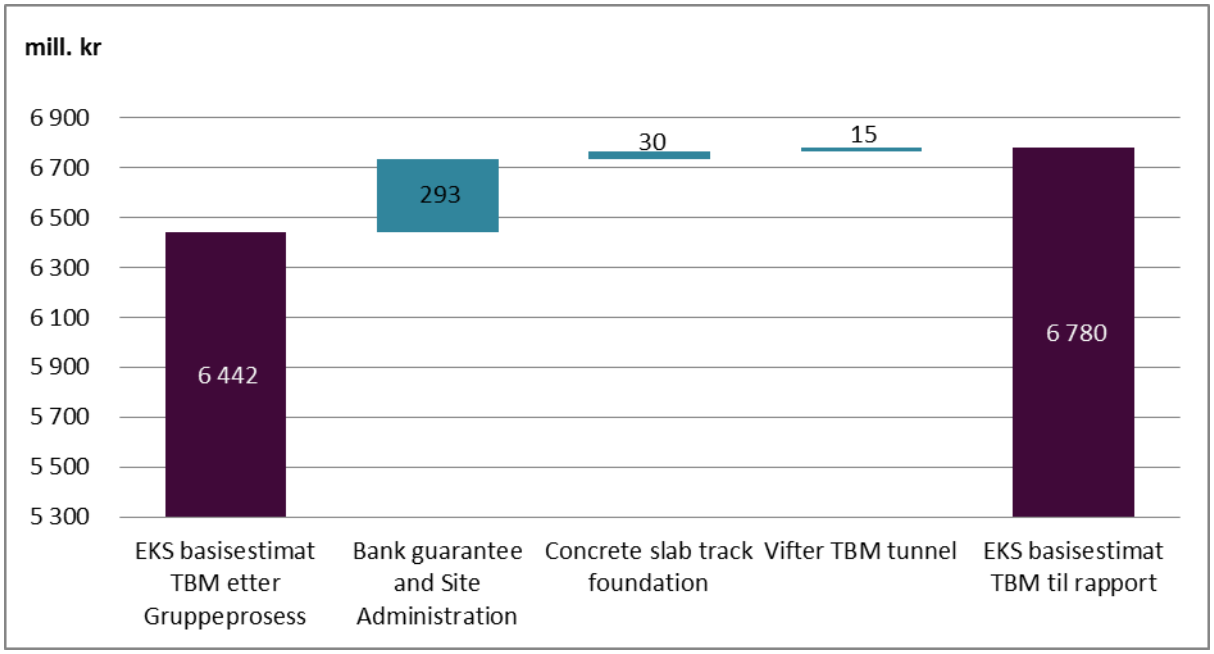
Figur 22 Fra prosjektets basisestimat til justert basisestimat i gruppeprosess

Under vises en oversikt over endringer som ble gjort på basisestimat TBM i gruppeprosessen. Inn til gruppeprosess benyttet EKS justert basisestimat på 6355 mill. kr. Endringen av kostnaden til Tverrforbindelser og redningstunnel (Cross passages and escape tunnel) på 203 mill. kr kommer som en følge av økt kostnad per tverrforbindelse, i tillegg til økt lenge på redningstunnel. Installasjonskostnad D&B (Installation D&B) ble redusert med 158 mill. kr på grunn av ulik utregningsmetode mellom EKS og prosjektet. EKS baserte sine beregninger på en prosentandel av de totale kostnadene for redningsområdet og redningstunnelen. Kostnaden fra prosjektet ble vurdert som for høyt siden estimatet var basert på et ikke lenger gjeldende konsept for redningsområdet Åsland. Segmentmaterial til tunnelliningen (Inner lining segment material) økte med 54 mill. kr da det ble vurdert som sannsynlig at det skal utføres etterinjisering i deler av tunnelen. Det ble foretatt en reduksjon på 62 mill. kr for kostnaden knyttet til massehåndtering (Muck transport and deposit) av massen transportert til eksternt deponi på grunn av kortere transportavstand. I gruppeprosessen ble det gjennomført mindre endringer som til sammen utgjorde en økning på 50 mill. kr. EKS basisestimat etter gruppeprosess ble kalkulert til 6442 mill. kr.



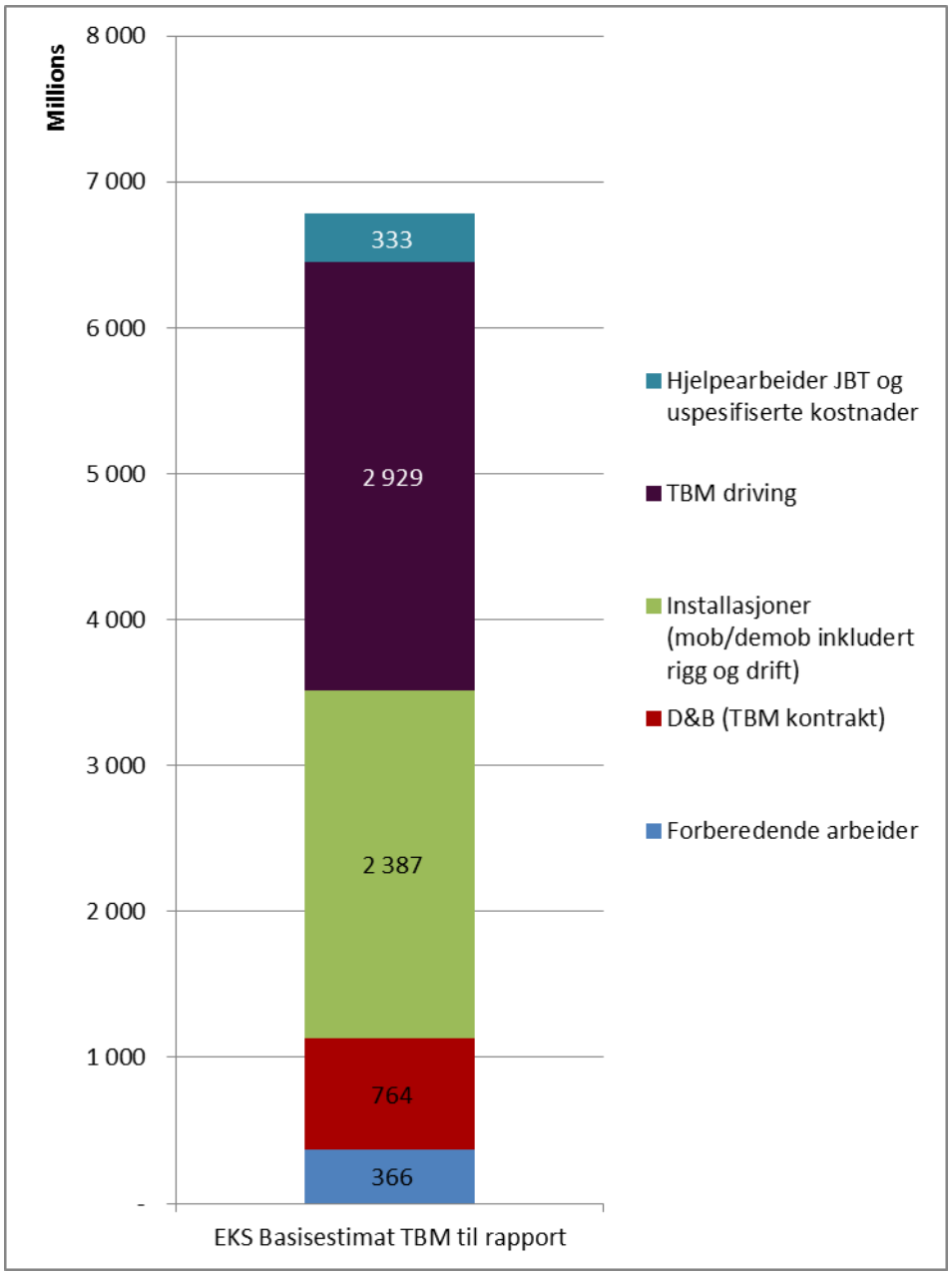
Figur 23 Fra EKS basisestimat i gruppeprosess til basisestimat etter gruppeprosess

Fra perioden etter gruppeprosess til ferdig rapport har EKS gjennomført ytterligere justeringer på EKS basisestimat etter gruppeprosess TBM. Bankgaranti og administrasjonskostnader(bank guarantee and site administration) på 293 mill. kr er beregnet som en andel av entreprisekostnad og skal følgelig inkluderes i basisestimatet TBM. Kostnaden for fastspor fundament beregnet i basisestimat D&B til 30 mill. kr er flyttet over til TBM basisestimat siden dette arbeidet skal utføres av TBM-entreprenøren. Fra gruppeprosessen kom det fram at EKS skulle inkludert kostnaden for vifter i TBM tunnel på 15 mill. kr. EKS basisestimat TBM til rapport er kalkulert til 6780 mill. kr, og er den kostnaden som er benyttet i usikkerhetsanalysen.



Figur 24 Endringer fra gruppeprosess til endelig EKS basisestimat

Under presenteres oppbygningen av basisestimat TBM til rapport på totalt 6780 mill. kr.



Figur 25 Fordeling av endelig basisestimat TBM

Følgende inndeling av kostnadsposter er gjort i Figur 25:

- Hjelpearbeider JBT og uspesifiserte kostnader er på 333,4 mill. kr
- TBM driving utgjør totalt 2928,7 mill. kr og er delt opp i forinjisering, bergsikring, driving med TBM, vann- og frostsikring, fundament til fast spor og massehåndtering.
- Installasjoner(Mob/demob inkludert rigg og drift) er på 2387,4 mill. kr og inkluderer riggområde, installasjoner TBM, andre installasjoner TBM(transportbånd, segmentfabrikk og logistikk, osv.), installasjoner D&B, bankgaranti og site administration.
- D&B(TBM kontrakt) utgjør 764,4 mill. kr av totalen og består av Redningskonsept, massehåndtering, tverrforbindelser og redningstunnel.
- Forberedende arbeider på 366 mill. kr inkluderer adgangstunneler Åsland og strømforsyning TBM.

6.4 DAGSONE OG SKI STASJON

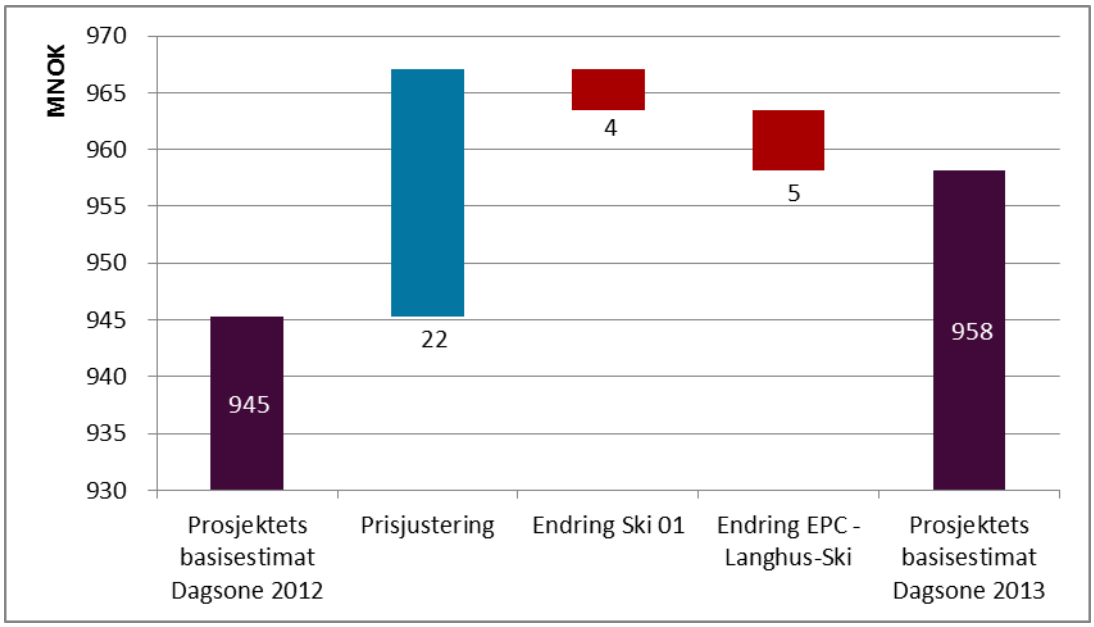
I detaljplanen er strekningen fra tunnelen til Ski stasjon delt inn i to delprosjekter, henholdsvis dagsonen Langhus-Ski og Ski stasjon. I senere tid har disse to delprosjektene blitt slått sammen til et delprosjekt – Ski. Dette medfører at prosjektkostnadene for delprosjektet for Ski er todelt i kostnadsgrunnlaget fra 2012. EKS sin presentasjon og vurdering av basisestimatet vil derfor være todelt, i henhold til den opprinnelige inndelingen (dagsone og Ski stasjon). I usikkerhetsanalysen vil prosjektkostnaden for delprosjektet Ski behandles som ett (Ski).

6.4.1 SKI - OPPRINNELIG BASISESTIMAT

I dette delkapittelet gis det en oversikt over opprinnelig basisestimat for henholdsvis dagsonen Langhus-Ski og Ski stasjon, eksklusiv signal, jernbaneteknikk og byggherrekostnader. Det er gjort et unntak for forberedende arbeider (Ski 02), da kostnadsposten inkluderer noen kostnader for jernbaneteknikk og signal, cirka 13,7 mill. kr 2013 kr).

Diagrammene under viser hvordan prosjektets basisestimat har utviklet seg fra detaljplanen forelå i oktober 2012 frem til og med desember 2013, inklusiv prisstigning. De endringene som er medtatt her er endringer prosjektet har registrert med endringsmeldinger. Omfangsøkninger som er sannsynlige eller har fremkommet nylig medtas i delkapittel 8.5.

EKS har lagt til grunn at totalsummen for en endringsmelding inkluderer 25 prosent påslag for rigg og drift, men ingen påslag for byggherrekostnader, med mindre annet er oppgitt i endringsmeldingen.

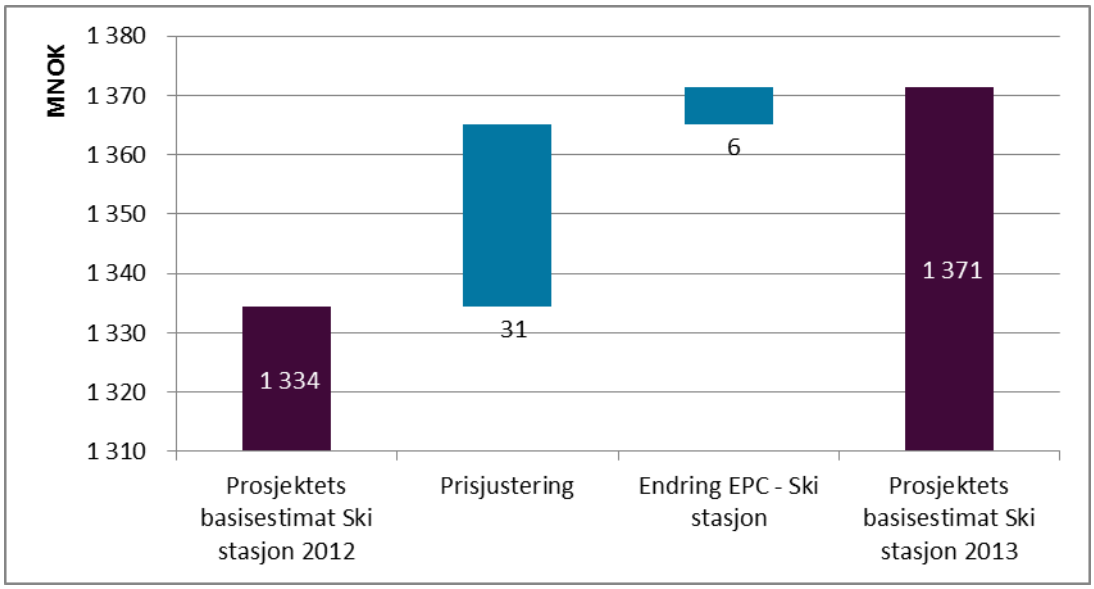


Figur 26 Prosjektets basisestimat Dagsone 2013

Det er en differanse mellom det EKS oppgir her som «prosjektets basisestimat Dagsone 2013» og det som oppgis i Sammenstilt kalkyle. Grunnen til dette er todelt. Estimatene for dagsonen i grunnkalkylen inkluderer rigg og drift. For å kunne følge oppsettet i Sammenstilt kalkyle må rigg og drift trekkes fra estimatene for underbygning. EKS benytter annen metode enn den som benyttes i Sammenstilt kalkyle[9]. Dette resulterer i en mindre differanse på 0,35 mill. kr.

[9] I Sammenstilt kalkyle trekkes det fra en flat prosentsats på alle kostnadspostene, som tilsvarer ca. summen som er beregnet for rigg og drift. EKS har trukket fra de eksakte summene som er beregnet for rigg og drift, da det varier noe hvilket prosentpåslag som benyttes for de ulike kostnadspostene

Det resterende av differansen kommer av at i Sammenstilt kalkyle er alle endringer fra 2012 til 2013 for delprosjekt Ski medtatt under Dagsonen. EKS har fordeling endringene på henholdsvis Ski stasjon og Dagsone, avhengig av hvor endringen hører hjemme.



Figur 27 Prosjektets basisestimat Ski stasjon 2013

Tallene EKS oppgir her som «Prosjektets basisestimat Ski stasjon 2013» avviker noe fra det som oppgis i Sammenstilt kalkyle. Differansen skyldes tre forhold, som kommer i tillegg til at det ikke er medtatt noen prosjektendringer fra 2012 til 2013 for Ski stasjon i Sammenstilt kalkyle. I sammenstillingen gjøres det en avrunding for rigg og drift som EKS ikke har med (i underkant av -0,3 mill. kr) og EKS har med cirka 1,1 mill. kr for antitagg som ikke er med i sammenstillingen, men som skal være med. Imidlertid i sammenstillingen legges det på en rundsum på 0,5 mill. kr på totalsummen for underbygning Ski. Det ikke er sporbart hvor denne summen kommer fra eller hvorfor den legges på. EKS har ikke med denne rundsummen. Den totale differanse mellom det EKS tar utgangspunkt i som «Prosjektets basisestimat Ski stasjon 2013» og det som oppgis i Sammenstilt kalkyle, justert for at alle prosjektendringene er medtatt under dagoene, er 0,9 mill. kr.

6.4.2 SKI - VURDERING AV PROSJEKTETS BASISESTIMAT

Basisestimatet for dagsonen inkluderer et påslag for urasjonell gjennomføring i anleggsperioden og et påslag for uspesifiserte kostnader for alle kostnadspostene. Argumentet for urasjonell anleggsgjennomføring er hovedsakelig at det skal bygges i faser. For Ski stasjon benyttes det bare et påslag for uspesifisert. Til gjengjeld på Ski stasjon justeres enhetspriser med en korrigeringsfaktor. Korrigeringsfaktoren hensynstar at benyttede enhetsprisene i hovedsak er erfaringspriser og at prosjektspesifikke forhold vil påvirke prisene. Disse korrigeringsfaktorer er veldokumentert og godt begrunnet.

Argumentet for påslag for uspesifisert er at prosjektet er ikke detaljprosjektert. Det er lagt til grunn et noe høyere påslag for uspesifisert for dagsonen enn for Ski stasjon. For dagsonen varierer påslag mellom 10 og 15 prosent, men for stasjonen ligger påslaget mellom 5 og 10 prosent. Grunnen til dette er at detaljeringsgraden i estimatene for dagsonen er på et lavere nivå enn for Ski stasjon. Kalkylene for dagsone er estimert ovenfra og ned, men det for Ski er gjort beregninger nedenifra og opp.

Basert på detaljeringsgraden i estimatene vurderer EKS det som sannsynlig at disse påslagene gjenspeiles i leverandørenes tilbud. EKS beholder derfor påslagene som en del av basisestimatet da dette er forventet verdi.

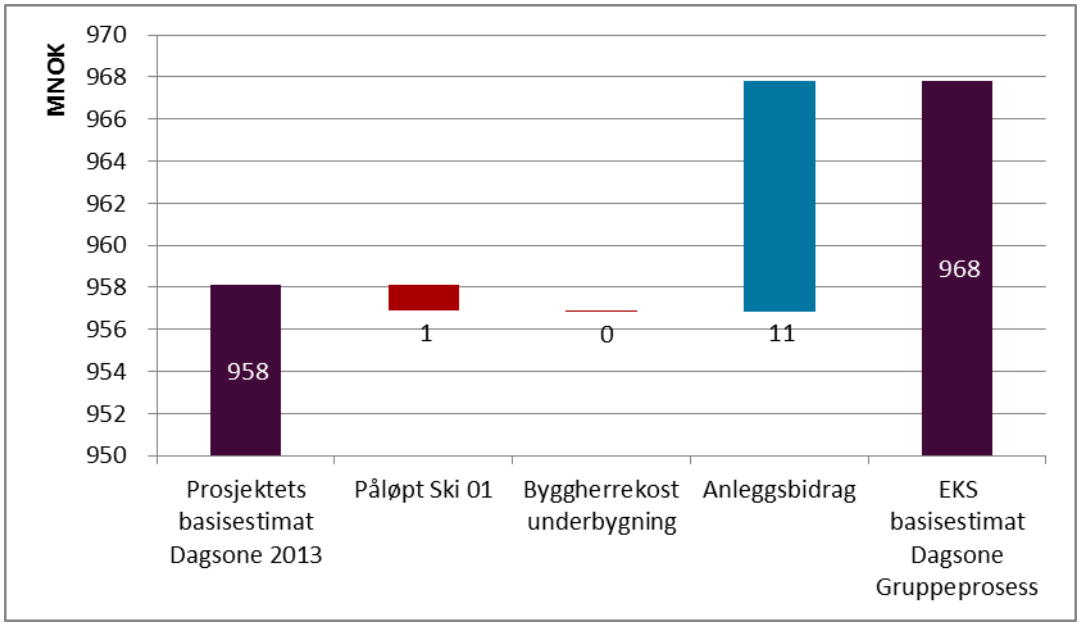
EKS er enig i de mengdene som er lagt til grunn for estimeringen i forhold for til det arbeidsomfanget som beskrives. Imidlertid har det skjedd noen endringer i omfang som ikke er omfattet av

grunnkalkylen 2012 eller endringsmeldinger. Disse endringene presenteres i avsnittet under og dokumentert som del av usikkerhetsanalysen (se Vedlegg 10).

EKS vurderer derfor basisestimatet prosjektet har utarbeidet som rimelig. Imidlertid har EKS gjort noen mindre justeringer av basisestimatet, som i hovedsak er en omstrukturering med tanke på hvilke kostnader som medtas hvor og hvordan (se mer om dette i neste delkapittel0).

6.4.3 SKI - JUSTERT BASISESTIMAT DAGSONE

I forkant av gruppeprosessen ble basisestimatet for strekningen Langhus-Ski ble til sammen justert fra 958,1 mill. kr til 967,8 mill. kr. Figur 28 viser overordnet hvilke elementer som ble justert i forkant av usikkerhetsanalysen.

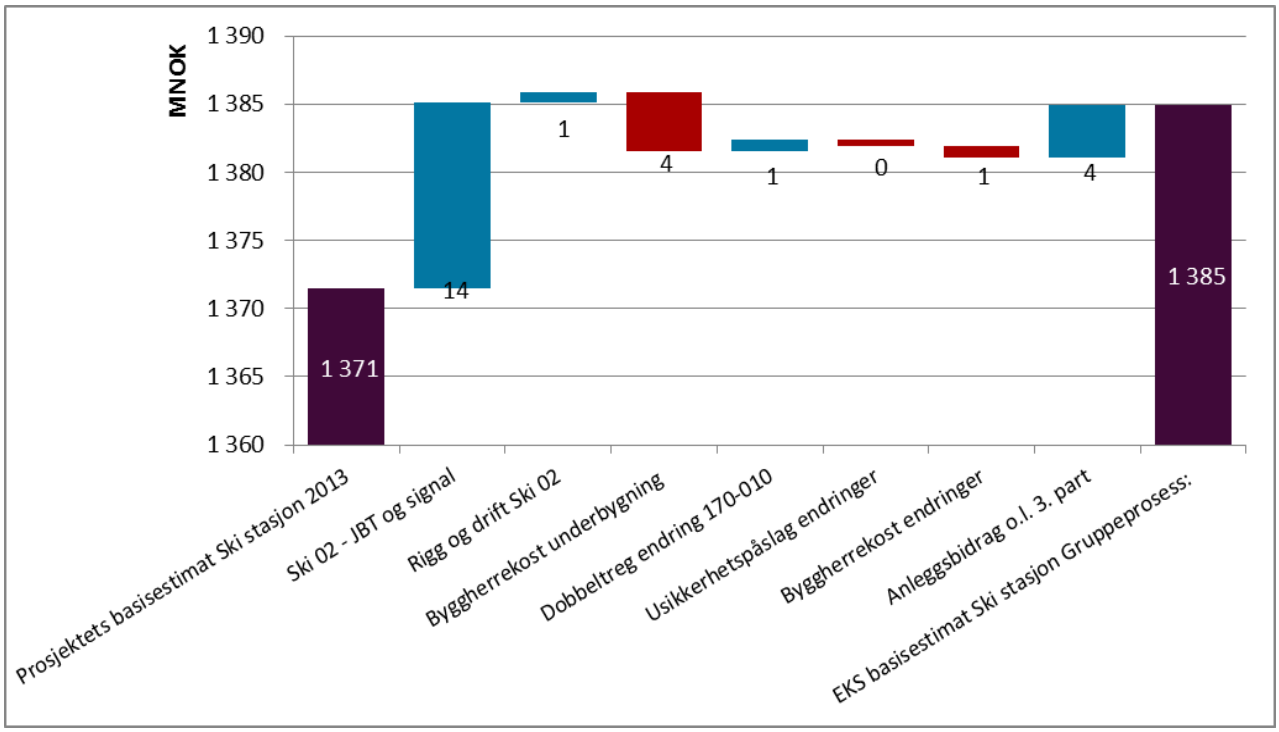


Figur 28 EKS basisestimat Dagsone Gruppeprosess

Ved å lese figuren over fra venstre mot høyre fremkommer endringene i basisestimatet slik:

- Påløpte kostnader på cirka 1,2 mill. kr i forbindelse med Ski 01 ble trukket fra kostnadsposten for forberedende arbeider. EKS ønsket å synliggjøre påløpte kostnader, blant annet fordi disse ikke skal påvirkes av usikkerhetsfaktorer. Påløpte kostnader behandles på overordnet nivå.
- En mindre sum på 0,1 mill. kr for byggherrekostnader ble trukket fra da byggherrekostnader behandles separat. Byggherrekostnaden var inkludert i totalsummen i endringsmeldingen 160-015.
- Til slutt ble det lagt til 11 mill. kr i forbindelse med at (sannsynlige) besparelser ved at prosjektet mottar anleggsbidrag fra tredjeparter eller at tredjeparter skal betale enkeltelementer/konstruksjoner skal ikke hensynstas her. Dette behandles under byggherrekostander. Den sannsynlige besparelsen var lagt inn i endringsmelding 160-013.

I forkant av gruppeprosessen ble også basisestimatet for området Ski stasjon justert, fra 1 371,5 mill. kr til 1 384,9 mill. kr. Figur 29 viser overordnet hvilke elementer som ble justert i forkant av usikkerhetsanalysen.



Figur 29 EKS basisestimat Ski stasjon Gruppeprosess

Ved å lese figuren over fra venstre mot høyre fremkommer endringene i basisestimatet slik:

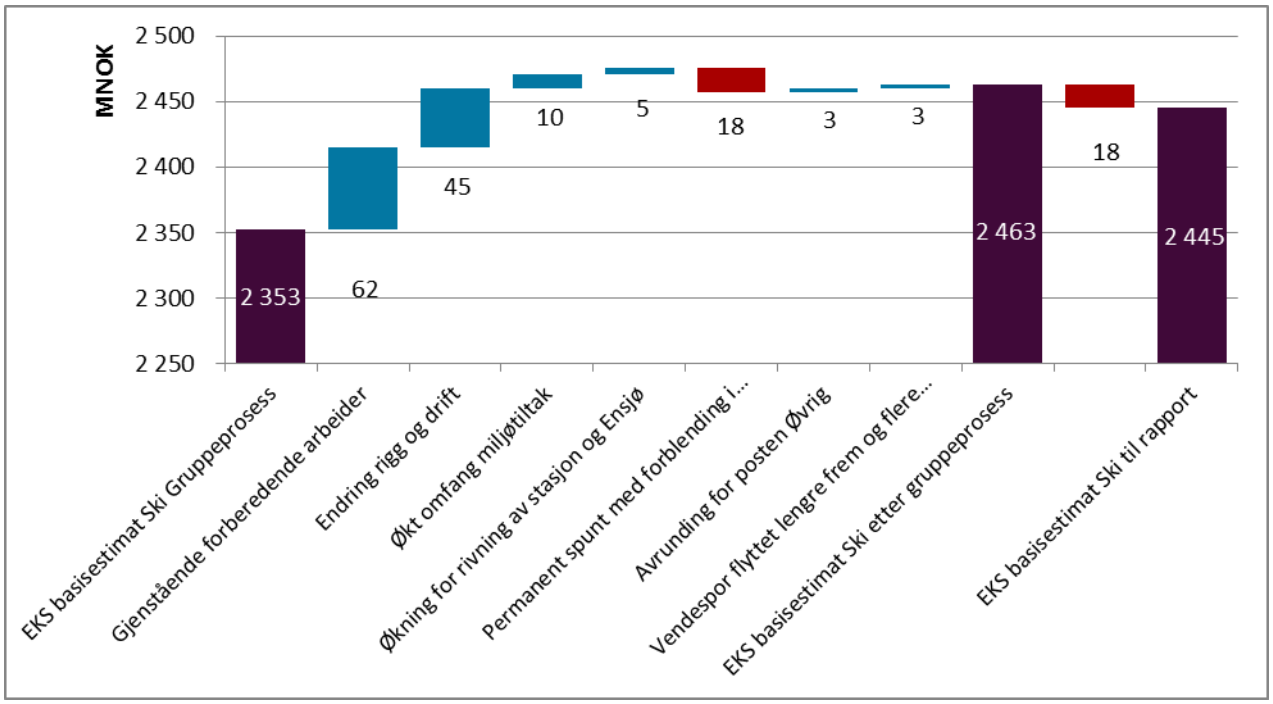
- Kostnader for forberedende arbeider for jernbaneteknikk og signal var opprinnelige ikke en del kostnadene for underbygning. I samtale med prosjektet ble det enighet at det var mest hensiktsmessig å behandle kostnaden for forberedende arbeider (Ski 02) samlet med tanke på usikkerheter. EKS la derfor på 13,7 mill. kr på kalkylen for underbygning Ski. Disse kostnadene er trukket fra på henholdsvis jernbaneteknikk og signal.
- For Ski 02 er rigg og driftskostnader for entreprenøren beregnet eksplisitt og ikke som et prosentpåslag på produksjonskostnad, som i kostnadsgrunnlaget fra 2012. Beregnet rigg og driftskostnader for Ski 02 tilsvarer et høyere prosentpåslag enn det som ligger inne fra 2012 slik at ved en omstrukturering/inndeling av kostnadsestimatene i henholdsvis forberedende arbeider og hovedkontrakten økes rigg og drift med 0,7 mill. kr.
- Videre er det medtatt noen byggherrekostnader i entreprisekostnaden; 0,3 mill. kr medtatt i endring 170-010, 1,39 mill. kr for Telenor (prisnivå 2013) og i forbindelse med vendespor Syd ca 2,1 mill. kr (prisnivå 2013) for prosjektering og 0,15 mill. kr (prisnivå 2013) for grunnerverv. Kostnader for prosjektering legges under byggherrekostnader da det er gjort for all øvrig prosjektering for underbygning. Dette er i motsetning til for signal og overbygning hvor noe prosjektering er medtatt under felleskostnader entreprenør.
- En reduksjon av arealet for teknisk bygg vest (- 0,76 mill. kr) er medtatt i to endringsmeldinger. Som følge av denne dobbeltregistreringen legger EKS på 0,76 mill. kr.
- I endringsmelding 170-013 til og med 170-018 samt 170-020 er det inkludert usikkerhetspåslag i totalsummen for endringen. EKS trekker fra dette i basisestimatet. Usikkerhet håndteres gjennom kostnadsspennet i usikkerhetsanalysen.
- I endringsmeldingen 170-013 til og med 170-018 er det inkludert et påslag for byggherrekostander som EKS trekker fra. Dette utgjør cirka 0,9 mill. kr.
- I likhet med for dagsonen legger EKS på for fratrekk (sannsynlige) besparelser i form av anleggsbidrag fra tredjeparter o.l tilsvarende 3,9 mill. kr i forbindelse endringsmelding 170-013

og 170-014.

EKS har gjort en ytterligere justering ved at kostnaden for teknisk kulvert og fordrøyningsmagasin slåes sammen med kostnadsposten for Undergang. Denne endringen medførte ingen endring i totalkostnaden for delprosjektet. Denne justeringen er derfor ikke med i fossefallsdiagrammet over.

Den samlede effekten av EKSs justeringer i forkant av gruppeprosessen er at EKS basisestimatet for delprosjekt Ski ble økt med rundt 24 mill. kr, som tilsvarer en økning rett i overkant av 1 prosent. Endret håndtering av anleggsbidrag står for cirka 14,9 mill. kr av de 24 mill. kr, det vil si cirka 60 prosent av EKSs endringer av basisestimatet.

I løpet av og etter gruppeprosessen ble det samlede estimatet for delprosjekt Ski (EKS basisestimat Ski Gruppeprosess) justert fra 2352,8 mill. kr til 2445,3 mill. kr. Figur 30 under viser overordnet hvilke elementer som ble justert i og etter gruppeprosessen.



Figur 30 EKS basisestimat Ski til rapport

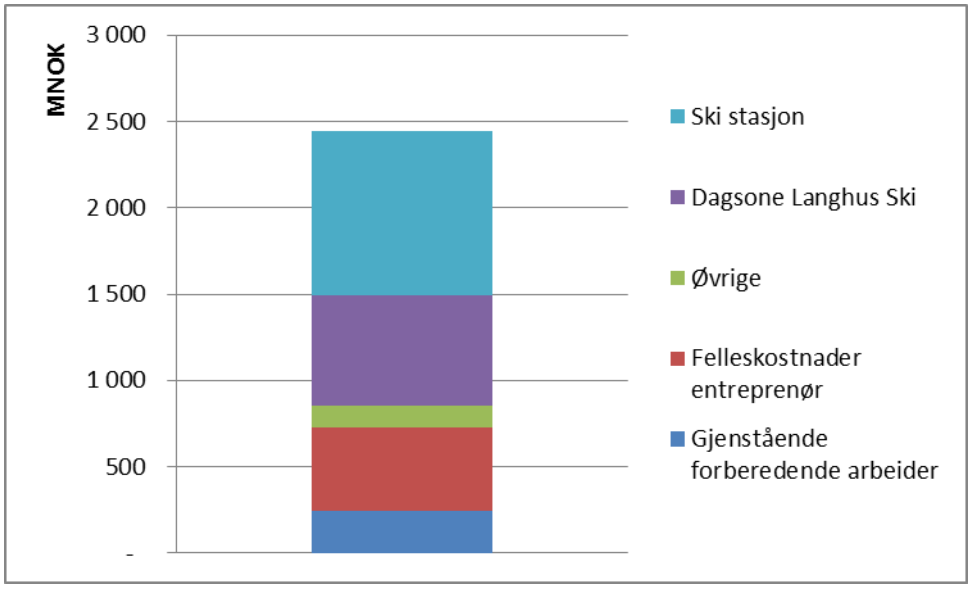
Ved å lese figuren over fra venstre mot høyre fremkommer endringene i EKS basisestimat Ski Gruppeprosess gjort i og etter gruppeprosessen slik:

- Kostnaden for gjenstående forberedende arbeider ble korrigert i forhold til tilbud som har kommet inn/kontrahering (+62,1 mill. kr).
- Påslaget for rigg og drift ble justert fra 25 prosent på slag på produksjonskostnad til 27 prosent på P50 eksklusiv innvirkning fra usikkerhetsfaktorer. Enkelte kostnadsposter hadde opprinnelig et annet prosentpåslag enn 25 prosent, men da det gjaldt et mindretalls kostnadsposter. 27 prosent ble vurdert som tilstrekkelig som et snitt for alle kostnadspostene (+ 45,44 mill. kr)
- Det er sannsynlig at det må gjøres noen flere miljøtiltak, enten på Hebekk skole, Vestveien eller begge deler (+ 10 mill. kr)
- Sannsynlig at permanent spunt med forblending velges i Skimorenen Gir en besparelse (- 18,1 mill. kr)
- Avrunding for posten Øvrig (+ 2,95 mill. kr)
- Vendespor skal flyttes lengre frem enn det som ligger inne i planen og det er vil bli behov for flere støyskjermer (+ 2,8 mill. kr)

- I etterkant av gruppeprosessen ønsket prosjektet å gjøre en justering av sannsynlig verdi for forberedende arbeider (- 18,6 mill. kr).

Den samlede effekten av EKSs justeringer av EKS basisestimat Ski Gruppeprosess er at estimatet ble økt med rundt 92 mill. kr, som tilsvarer en økning rett i underkant av 4 prosent av EKS basisestimat Ski Gruppeprosess. Dette inkluderer endringer for Ski stasjon som ble gjort etter gruppeprosessen.

I Figur 31 presenteres hvordan totalkostnaden i EKS basisestimat Ski til rapport fordeles mellom forberedende arbeider, felleskostnader entreprenør, Dagsone og Ski stasjon.



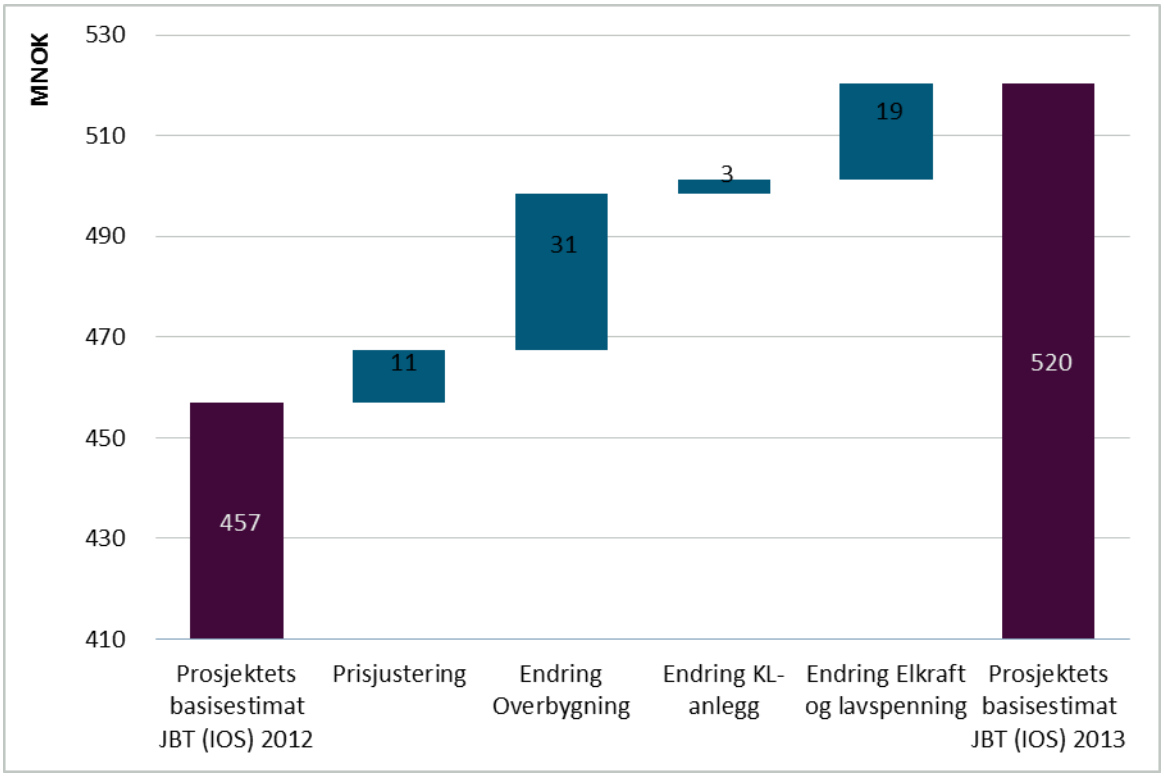
Figur 31 Oppbygning EKS basisestimat Ski til rapport

Posten Øvrig består av kostnader for bygg, miljøtiltak og rivning (eksklusiv rivning av bygg), og er totalsummen for både Dagsone og Ski stasjon.

6.5 JERNBANETEKNIKK

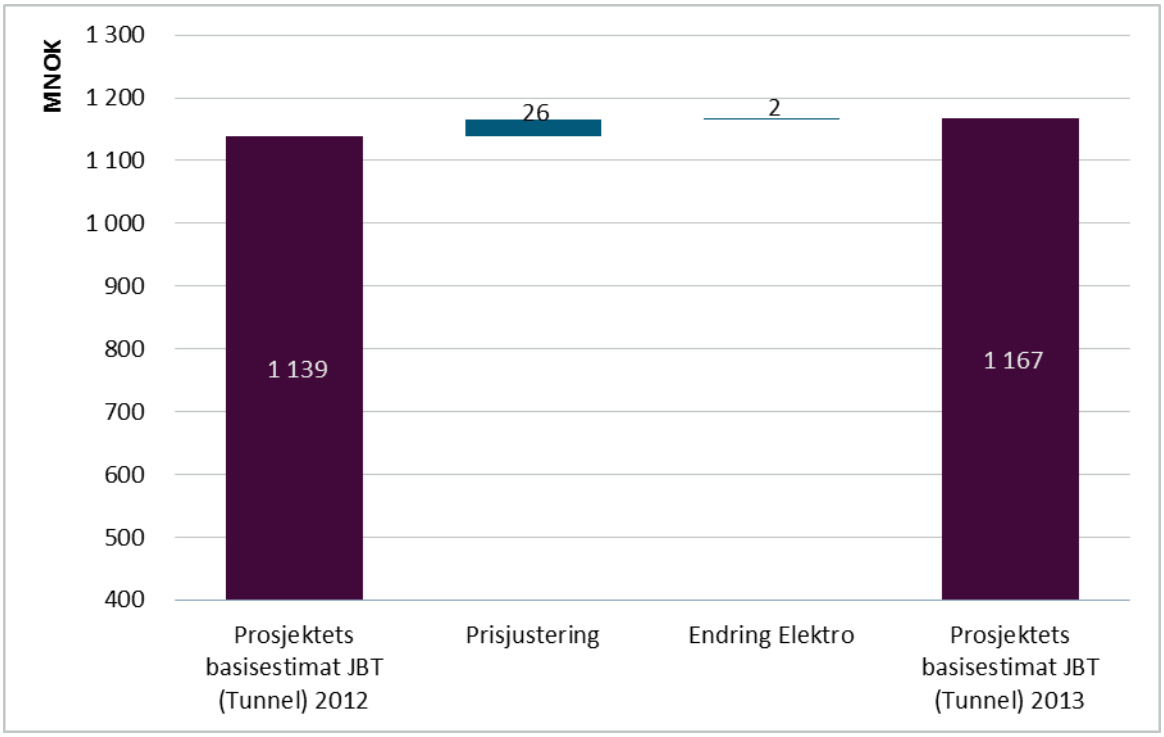
6.5.1 JBT - OPPRINNELIG BASISESTIMAT

Her fremkommer oversikt over kostnader for jernbaneteknikk for hvert delprosjekt. Oppdelingen er lik som kontraktene for jernbaneteknikk. Figurene under viser hvordan kalkylen har utviklet seg fra detaljplanen forelå i oktober 2012 frem til og med desember 2013. EKS har tatt utgangspunkt i underliggende kalkyle for Jernbaneteknikk (vedlegg Q) som er input til Sammendrag i sammenstilt kalkyle. Det er et avvik fra Sammenstilt kalkyle på 2,6 mill. kr som skyldes at Felleskostnader entreprenør JBT for Spor i tunnelen ikke var prisjustert fra 2012-kroner til 2013-kroner. I tillegg var det 1,2 mill. kr i reduksjon på overbygning i sammenstillingen som ikke fremkom i underliggende kalkyler. Det vil si at EKS har en samlet kalkyle som er 2,6 mill. kr mer enn det som fremkommer i sammendrag av prosjektets basisestimat (2013-kroner).



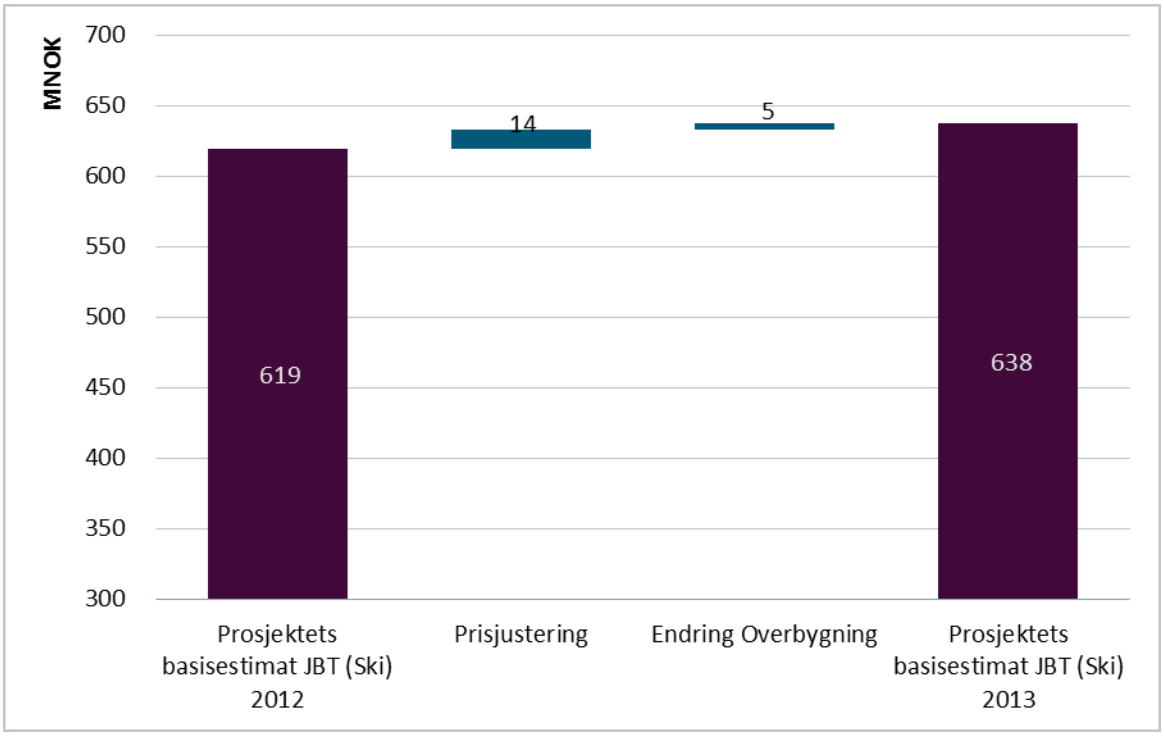
Figur 32 Opprinnelig basisestimat Jernbaneteknikk for Innføring Oslo S (justert fra 2012 til 2013-kroner)

Endringene i figuren over er for endring 130-004 Sporsløyfer i Klypen betongtunnel, som gir en total økning for jernbaneteknikk på 53 mill. kr.



Figur 33 Opprinnelig basisestimat Jernbaneteknikk for Tunnel (justert fra 2012 til 2013-kroner)

For Tunnel er det en total endring for Jernbaneteknikk på 1,7 mill. kr (avrundet til 2 mill. kr). EKS har vurdert at alle endringene inkluderes på Elektro, og fordeles likt på de tre postene som inngår.



Figur 34 Opprinnelig basisestimat Jernbaneteknikk for Dagsone og Ski Stasjon (justert fra 2012 til 2013-kroner)

Endring som er inkludert for Dagsone og Ski Stasjon gjelder spor. Dette er endring 110-001:Endring/forlengelse av Godsspor Vest-uttrekk, og endring 110-002: Autotransformatorer flyttes fra TBV til TBN. Hoveddelen av kostnadene kommer fra førstnevnte.

6.5.2 JBT - VURDERING AV PROSJEKTETS BASISESTIMAT

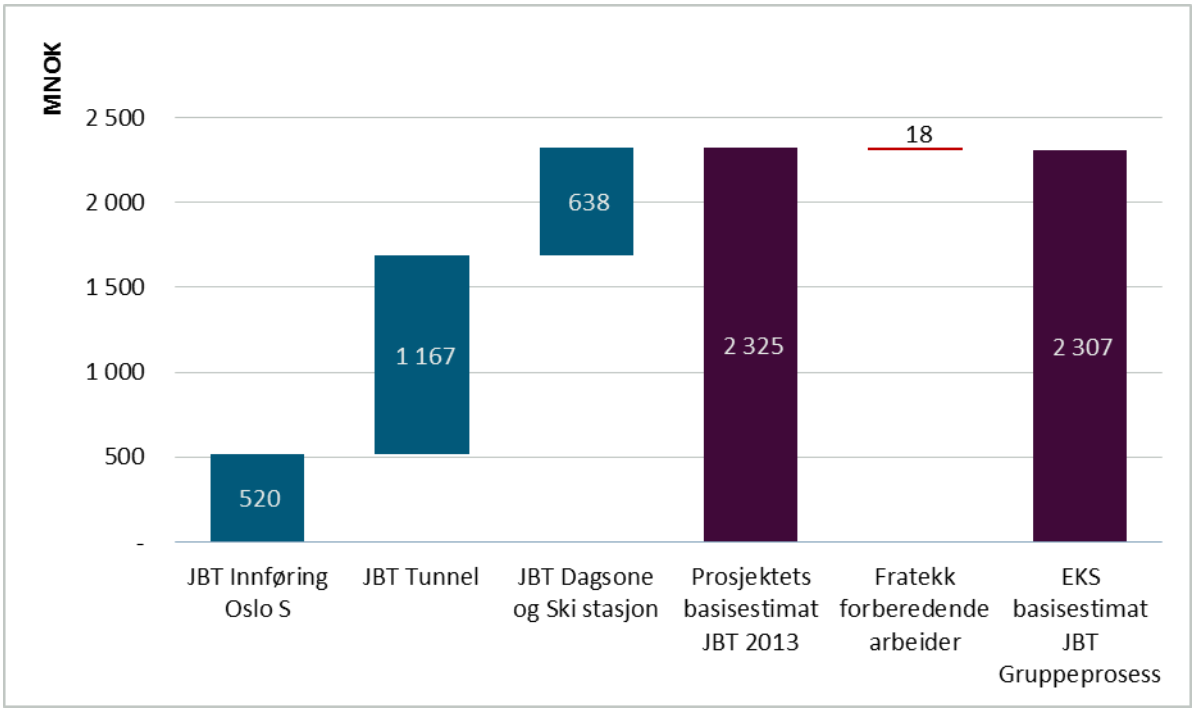
I tunnelen er det flere løsninger som i liten grad er utprøvd i Norge. Dette gjelder hovedsakelig fastspor og nytt kontaktledningsanlegg. For fastspor er det benyttet erfaringspriser fra andre relevante prosjekt i Europa. Kontaktledningsanlegget ble kalkulert basert på enhetspriser for utendørs kontaktledning. EKS ser det som et rimelig erfaringsgrunnlag ut fra den begrensede erfaringen Jernbaneverket har, og benytter gruppeprosessen til en grundig diskusjon om enhetspriser.

Basisestimatet har inkludert påslag for Tillegg for Urasjonell gjennomføring i anleggsperioden og Uspesifisert for hver av de fire ulike kostnadspostene. Argumentet for urasjonell anleggsgjennomføring er hovedsakelig at det skal bygges i faser. For tunnel er ikke dette medtatt for Overbygning da det skal bygges fastspor kontinuerlig fra Ski. Ellers varierer de prosentvise tilleggene mellom 5 prosent og 20 prosent. På grunn av en forventet tøff gjennomføringsplan for jernbanetekniske installasjoner med faseplaner og milepælsplaner er det sannsynlig at dette gjenspeiles i leverandørenes tilbud. EKS beholder derfor påslagene som en del av basisestimatet da dette er forventet verdi. Samtidig er det for hvert delprosjekt ulik prosentsats for hver kostnadspost, avhengig av kompleksitet i gjennomføringen. Dette blir ivaretatt og synliggjort for hver post ved å beholde de to tilleggene som en del av basisestimatet.

EKS vurderer derfor basisestimatet prosjektet har utarbeidet som rimelig.

6.5.3 JBT - JUSTERT BASISESTIMAT

Her vises total oversikt over kostnader for jernbaneteknikk, ekskludert signal og byggherrekostnader.

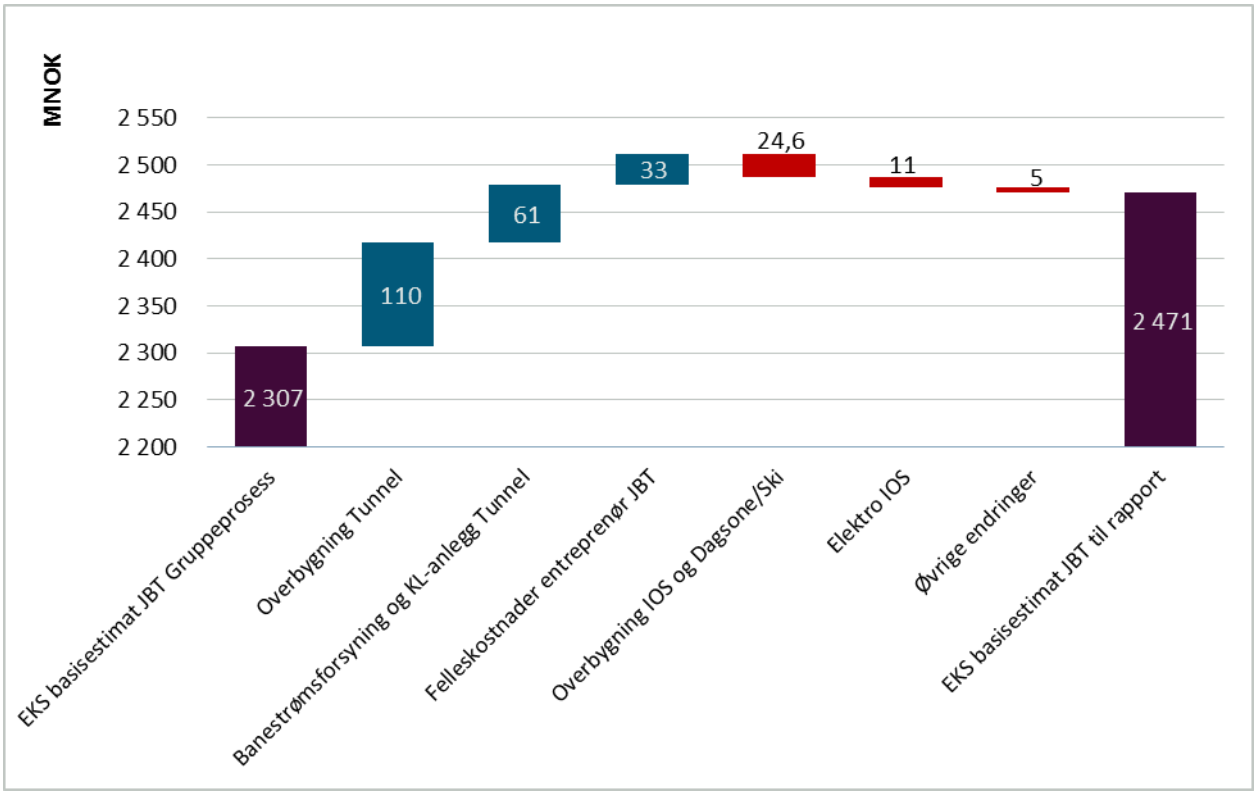


Figur 35 Justert basisestimat Jernbaneteknikk (2013-kroner)

De tre første kolonnene fra venstre viser summen fra Prosjektets basisestimat JBT 2013 for hvert delprosjekt som er fremstilt i foregående delkapittel, og som summeres til Prosjektets basisestimat JBT 2013. Det er noe jernbaneteknikk som er forberedende arbeider på Oslo S og Ski, som trekkes fra kalkylen før gruppeprosessen. Dette utgjør til sammen 18 mill. kr. Dette gjelder for SKI02 og IOSF04. Kostnadene er trukket fra Jernbaneteknikk som vist over og blir inkludert under forberedende arbeider for henholdsvis Innføring Oslo S og Dagsone og Ski Stasjon. Bortsett fra dette fratrekket for forberedende arbeider er utgangspunkt for gruppeprosessen for jernbaneteknikk i liten grad endret fra prosjektets kalkyle.

Som forklart i kapittel 6.5.1 er prosjektets basisestimat JBT 2013 i Sammendrag i Sammenstilt kalkyle oppgitt til 2322 mill. kr, som er 2,6 (avrundet til 3) mill. kr lavere enn EKS basisestimat.

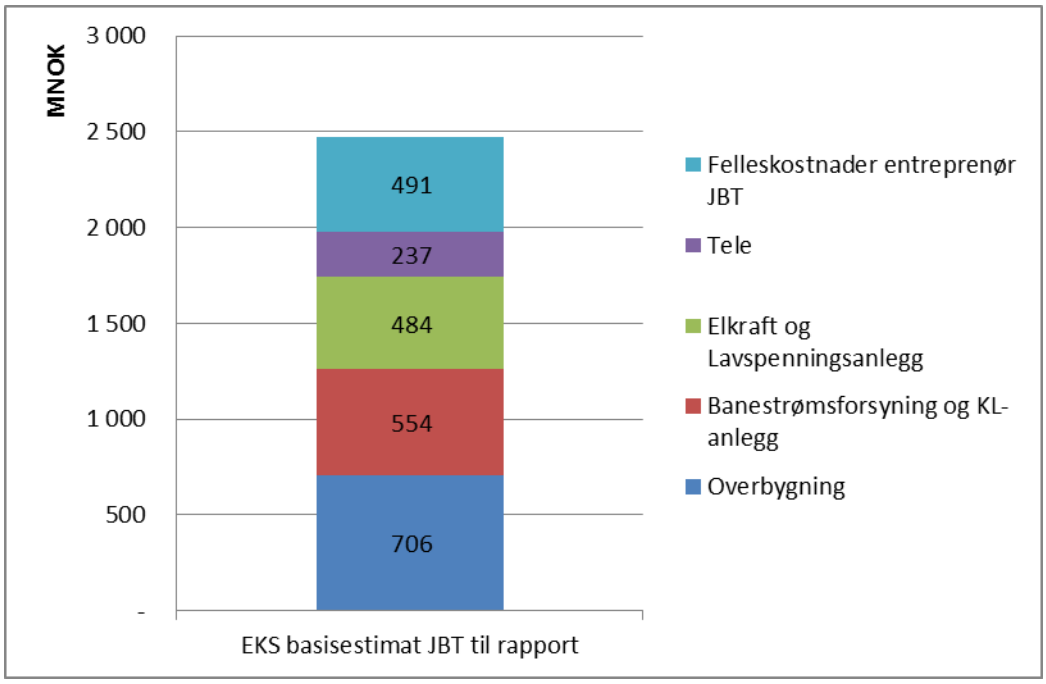
Figur 36 under viser hvilke endringer i basisestimatet som kom frem under gruppeprosessen den 27.februar 2014. Det er en total kostnadsøkning på 163,5 mill. kr. En mer detaljert begrunnelse for endring per kostnadspost er vist i vedlegg 14. EKS basisestimat JBT etter gruppeprosess er det samme som EKS basisestimat JBT til rapport siden det ikke har blitt gjort ytterligere endringer etter gruppeprosessen ble gjennomført.



Figur 36 Endring i basisestimat (2013-kroner)

OPPBYGNING AV JUSTERT BASISESTIMAT

Basisestimatet totalt for Jernbaneteknikk er fordelt på følgende områder som vist i figuren under.



Figur 37 Oppbygning av basisestimat til rapport (2013-kroner)

6.6 SIGNAL

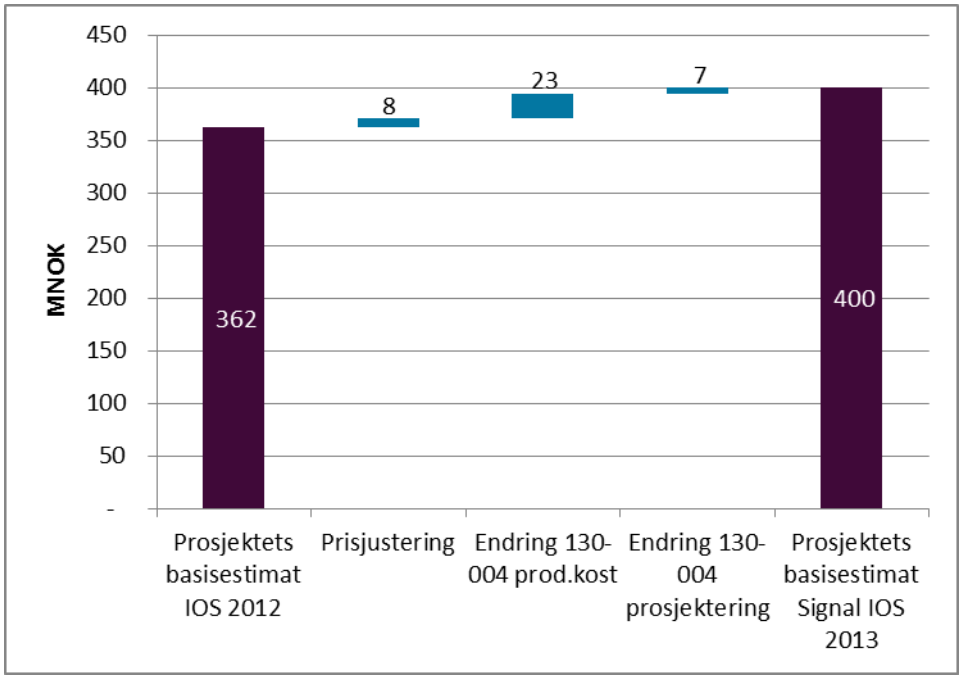
6.6.1 SIGNAL - OPPRINNELIG BASISESTIMAT

I dette delkapittelet gis det en oversikt over opprinnelig basisestimat for henholdsvis signalanlegg IOS og nytt signalanlegg Ski, eksklusiv byggherrekostnader og kostnader knyttet til forberedende arbeider på Ski.

Diagrammene viser hvordan prosjektets basisestimat har utviklet seg fra detaljplanen forelå i oktober 2012 frem til og med desember 2013, inklusiv prisstigning. De endringene som er medtatt her er de endringene prosjektet har registrert med endringsmeldinger. Omfangsøkninger som er sannsynlige eller har fremkommet nylig medtas i delkapittel 6.6.3.

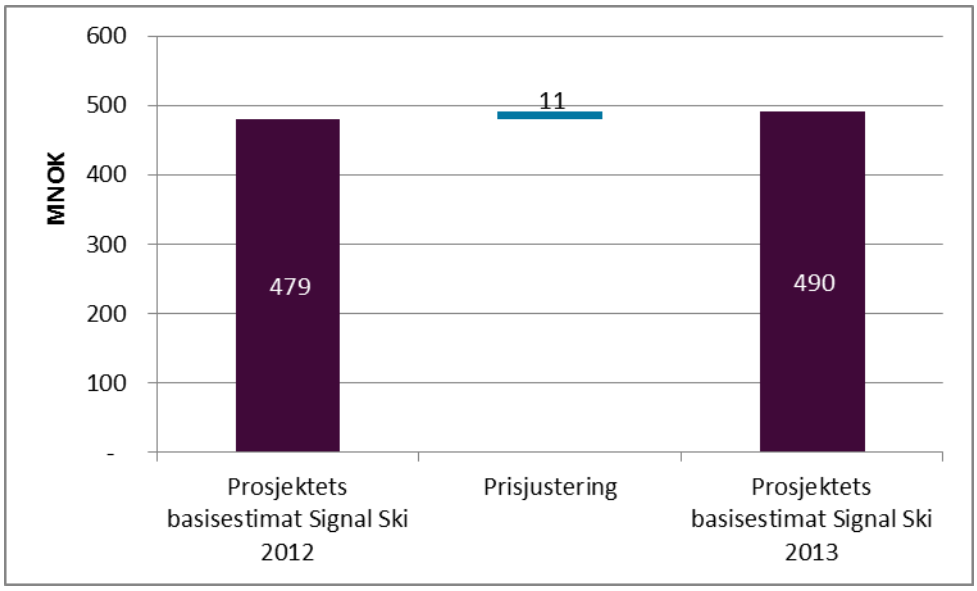
EKS har lagt til grunn samme estimeringsmetodikk som i regnearket «Q-Konsolidering av JBT kostnader». Det vil si at basisestimatet som presenteres under samsvarer med dokumentet Q, men avviker noe fra underliggende kostnadsberegninger. Grunnen til dette er at det benyttes ulike fremgangsmåter og prosentsatser for beregning av henholdsvis uspesifisert og felleskostnader entreprenør (prosjektering og rigg og drift).

EKS har lagt til grunn at totalsummen for en endringsmelding inkluderer 25 prosent påslag for rigg og drift, men ingen påslag for byggherrekostnader, med mindre annet er oppgitt i endringsmeldingen.



Figur 38 Prosjektets basisestimat signalanlegg IOS 2013

Det er en differanse mellom det EKS oppgir her som «Prosjektets basisestimat signalanlegg IOS 2013» og det som oppgis i Sammenstilt kalkyle. Grunnen til dette er at delen av endring 130-004 som går på signalanlegg IOS og som tilsvarer 30 mill. kr, ikke er medtatt i sammenstillingen under signal. Imidlertid er denne endringen medtatt i sin helhet under IOS. For å kunne behandle usikkerheten for nytt signal anlegg samlet valgte EKS å medta de 30 mill. kr under Signal istedenfor ISO, da under «Prosjektets basisestimat signalanlegg IOS 2013». I tillegg er entreprenørs prosjektering (54,9 mill. kr) ikke medtatt i Sammenstilt kalkyle. I henhold til metodikken lagt til grunn i regnearket «Q», som EKS har blitt informert om skal benyttes, skal entreprenørs prosjektering inkluderes i kostnaden for signal. Dette er i motsetning til på underbygning, hvor all prosjektering medtas under byggherrekostnader.



Figur 39 Prosjektets basisestimat Nytt signalanlegg Ski 2013

For nytt signalanlegg Ski er det også en differanse mellom det EKS her oppgir som «Prosjektets basisestimat Nytt signalanlegg Ski 2013» og det som oppgis i Sammenstilt kalkyle. Det er flere grunner til dette. I likhet med for signal IOS er ikke entreprenørs prosjektering (16,7 mill. kr) medtatt i Sammenstilt kalkyle. I tillegg er det en mindre differanse på i underkant av -0,2 mill. kr[10]. Tilslutt er det to differanser som har oppstått i forbindelse med avdekking av en dobbeltregistrering av rigg og drift. EKS oppdaget på et tidligere stadium i kvalitetssikringen at rigg og drift for nytt signalanlegg var medtatt to ganger i sammenstillingen. Før gruppeprosessen rette EKS opp dette i forbindelse med EKS basisestimat Nytt signalanlegg Ski Gruppeprosess (Se delkapittelet 6.6.3). Imidlertid etter gruppeprosessen mottok EKS en oppdatert versjon av Sammenstilt kalkyle i hvor denne feilen var rettet opp. Det vil si det var trukket fra cirka 61,8 MONK (2013 kr) for rigg og drift som var medtatt under produksjonskostnader, i tillegg til cirka 12,3 mill. kr som blir trukket fra som følge av endringer i grunnlaget for rigg og drift. Gitt at EKS allerede hadde ivaretatt disse fratrekkene i sine kostnadsberegninger vil ikke disse to endringene i Sammenstilt kalkyle ha noen effekt på resultatet fra usikkerhetsanalysen. EKS ser derfor ikke noen grunn til å justere tallene for prosjektets basisestimat Nytt signalanlegg Ski 2013. Det vil si at EKS tar utgangspunkt i at Prosjektets basisestimat Nytt signalanlegg Ski 2013 tilsvarer 490 mill. kr.

6.6.2 SIGNAL - VURDERING AV PROSJEKTETS BASISESTIMAT

Basisestimatet for oppgradering av signalanlegget på IOS har inkludert påslag for både uspesifisert og urasjonell anleggsgjennomføring for hver av kostnadspostene. For nytt signalanlegg er det bare medtatt et påslag for uspesifisert.

INNFØRING OSLO S

For IOS benyttes det et påslag på 20 prosent flatt på alle kostnadspostene for urasjonell anleggsgjennomføring, med unntak av på rivning hvor påslag et satt til 0 prosent. Argumentet for påslag for urasjonell anleggsgjennomføring er at det er mange faser i anleggsperioden hvor leverandøren må

[10] For nytt signalanlegg Ski er det en differanse på - 0,4 mill. kr mellom det EKS tar utgangspunkt i som produksjonskostnad for anlegget og det som er lagt til grunn i *Sammenstilt kalkyle.* Det er uklart hva dette skyldes. EKS har bygget opp sitt estimat basert på de underliggende kostnadsdokumentene, henholdsvis *7 Oslo S-4Ic5 kostnader-20120904* for IOS og *6 UFB-40-A-40239_00B Kostnadsestimat* for Ski. Sammenstillingen baseres på regnearket Q., som også er basert på de samme underliggende kostnadsdokumentene som EKS tok utgangspunkt i, men hvor det til gjengjeld er gjort avrundinger. Denne differansen medfører også mindre differanser for rigg og drift samt påslag for uspesifisert (0,55 mill. kr). Prosjektering på 16,7 mill. kr er ikke justert opp fra 2012 kr til 2013 i sammenstillingen/Q. Dette medfører en differanse på 0,38 mill. kr da EKS justerer opp denne summen i sine beregninger. I tillegg har EKS i sine beregninger ikke medtatt et påslag på 5 % for uspesifisert for den rivningen som er medtatt to ganger, som gjort i Sammenstilt kalkyle. Det med fører en differanse på 0,1 mill. kr.

treffe akkurat når en skal inn og ut med satsene som skal byttes ut. I tillegg må sikkerhetsforriglinger alltid holdes oppdatert.

I basisestimatet benyttes det et påslag på 15 prosent for uspesifisert, med unntak av rivning hvor prosentsatsen er satt til 0. Begrunnelse for påslaget er at det vil kunne komme mange overraskelser når man gå inn i det gamle anlegget. Det innvendige anlegget tilsvarer i størrelse cirka 2/3 av fotballbane med relésatser, og hvor alt er trådbundet. Det pågår et prosjekt for å oppdatere tegningene over NSB-77-anlegget, og kostnaden forbundet med det tas som uspesifisert i prosjektet. I tillegg er ikke logikken i satsene prosjektert, det er kun telt antall satser. Hver endring fører til krav om full sluttkontroll før idriftsettelse. F- og S-kontrollene er ikke priset, slik at det inngår i uspesifisert. Det utvendig anlegger er relativt sett klart definert, i motsetning til det innvendige anlegget. Likevel i grunnkalkylen er det lagt til grunn et likt påslag for uspesifisert for disse postene. EKS anser påslaget som et realistisk påslag for både for det innvendig og utvendig sikringsanlegg da usikkerheten knyttet til det innvendige sikringsanlegget er estimatusikkerhet og ikke uspesifisert.

SKI

Argumentet for et påslag på 5 prosent for uspesifisert er at signalanlegget ikke er detaljprosjektert for denne delen av prosjektet.

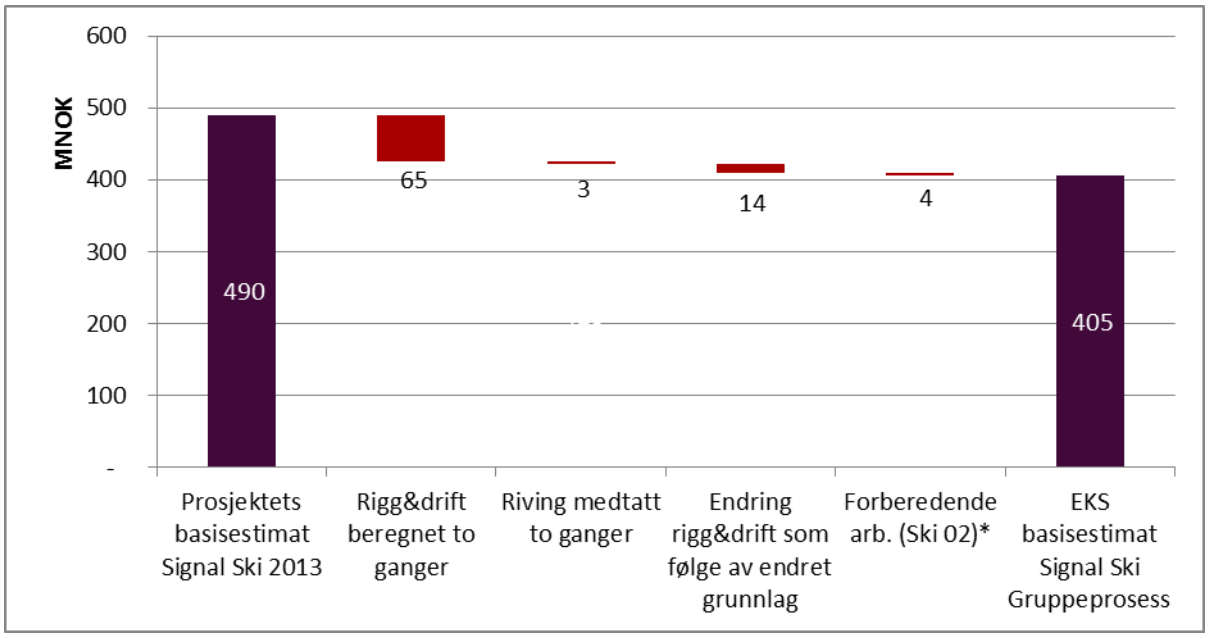
SAMLET VURDERING

EKS er enig i mengdene som er lagt til grunn for kostnadsberegningen i forhold til det arbeidsomfanget som er lagt til grunn for kalkylene. EKS vurderer derfor basisestimatet prosjektet har utarbeidet som rimelig. Imidlertid har EKS gjort noen mindre justeringer av basisestimatet, som i hovedsak går på en omstrukturering i forhold til hva som medtas hvor, samt rettelse av en summerings/følgefeil. I tillegg har det skjedd noen endringer i omfang som ikke er omfattet av grunnkalkylen 2012 eller endringsmeldinger. Disse endringene presenteres i avsnittet under og dokumentert som del av usikkerhetsanalysen (se 0).

6.6.3 SIGNAL - JUSTERT BASISESTIMAT

For signalanlegg IOS legger EKS til grunn samme estimat som prosjektet, det vil si at EKS ikke har gjort noen justeringer av prosjektets basisestimat signalanlegg IOS 2013.

I forkant av gruppeprosessen ble basisestimatet for Nytt signalanlegg redusert fra 490 mill. kr til 405 mill. kr (cirka 85 mill. kr), som tilsvarer en reduksjon på i overkant av 17 prosent. Figur 40 viser overordnet hvilke elementer som ble justert.

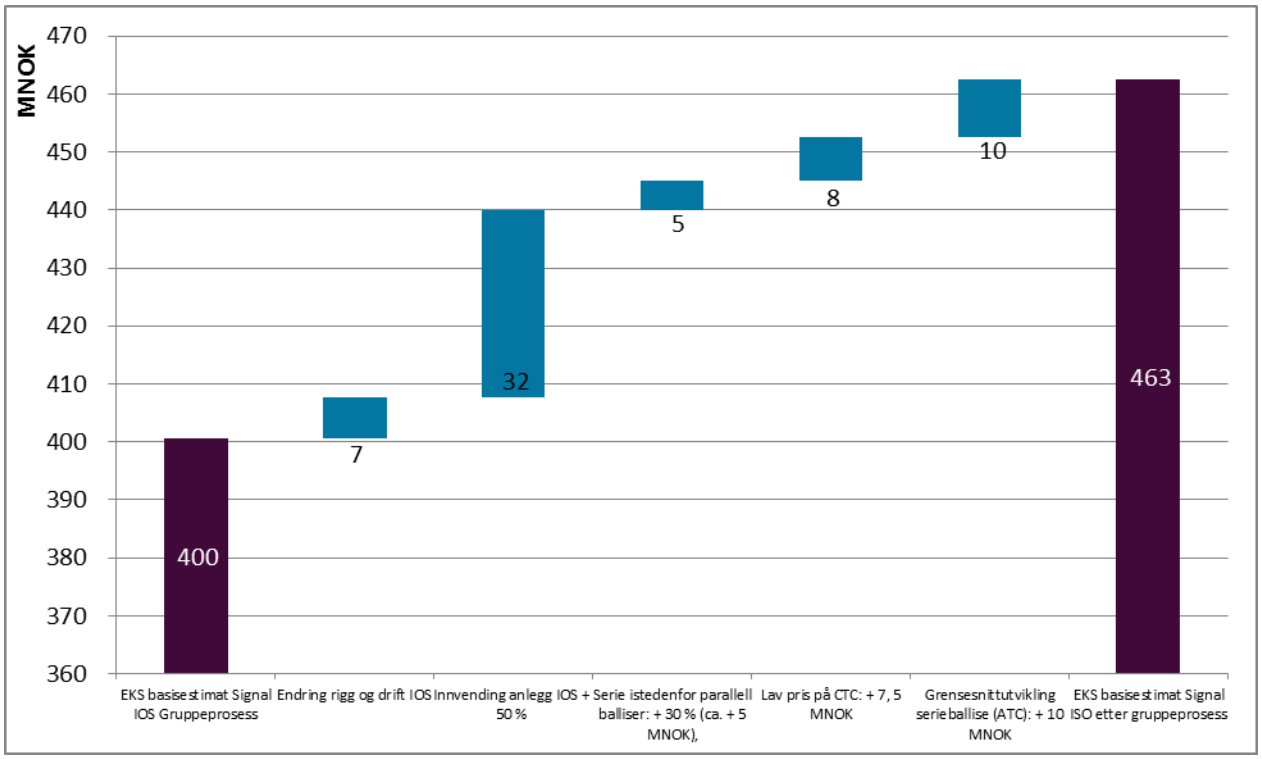


Figur 40 EKS basisestimat Nytt signalanlegg Ski Gruppeprosess

Ved å lese figuren over fra venstre mot høyre fremkommer endringene i basisestimatet slik:

- EKS avdekket en summeringsfeil slik at for rigg og drift for nytt signalanlegg samt at rivning var medtatt to ganger jfr. beskrivelse i delkapittel 6.6.1. EKS trakk derfor fra 64,8 mill. kr som følge av at rigg og driftskostnader var inkludert i produksjonskostnaden. Grunnen til at EKS trakk fra 64,8 mill. kr og ikke 61,8 mill. kr, som i Sammenstilt kalkyle for dobbeltregistrering av rigg og drift, er at det i regnearket Q i tillegg var blitt lagt på et påslag på 5 prosent for uspesifisert på summen for rigg og drift som var medtatt for mye (tilsvarer cirka 3 mill. kr). Dette er ikke justert for i Sammenstilt kalkyle.
- EKS trakk fra 3,1 mill. kr som følge av dobbeltregistrering av rivekostnader. Dobbelføringen av rivekostnader er ikke justert for i Sammenstilt kalkyle.
- Overnevnte fratrekk førte til at grunnlaget for rigg og drift ble redusert, slik at totalsummen for rigg og drift ble redusert med cirka 13,6 mill. kr. Denne summen er da noe høyere enn det fratrekket som legges til grunn i Sammenstilt kalkyle (12,3 mill. kr) på grunn av at EKS gjør noen ytterligere fratrekk i grunnlaget for rigg og drift (jfr. rivning og uspesifisert).
- EKS trakk fra kostander for forberedende arbeider på signal i forbindelse med Ski 02 (3,99 mill. kr) da entreprisekostnaden for Ski 02 skal behandles under delprosjektet Ski.

I løpet av gruppeprosessen ble det samlede estimatet for signalanlegg IOS (EKS basisestimat signalanlegg IOS Gruppeprosess) justert fra 400,5 mill. kr til 462,6 mill. kr. Figur 41 under viser overordnet hvilke elementer som ble justert i og etter gruppeprosessen.

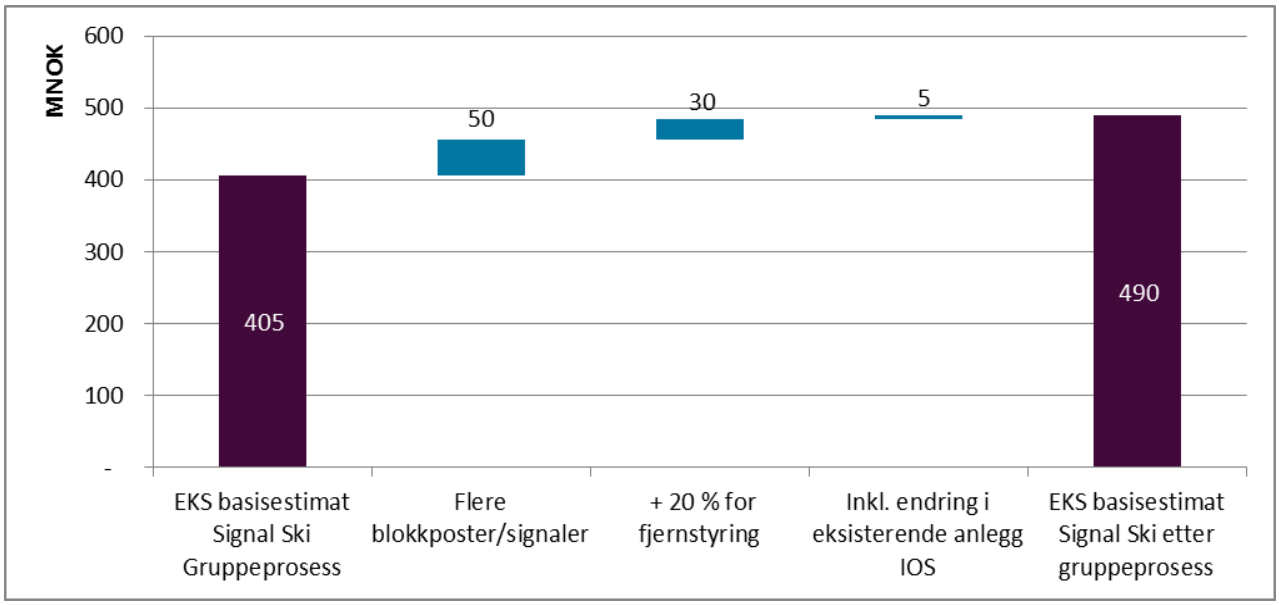


Figur 41 EKS basisestimat signalanlegg IOS etter gruppeprosess

Ved å lese figuren over fra venstre mot høyre fremkommer endringene i basisestimatet slik:

- Legger til grunn samme prosentsats for rigg og drift for signalanlegg IOS som øvrige arbeider på IOS (EPC) (+ 7 mill. kr)
- Det er mange usikkerheter knyttet til arbeidsomfang for innvending anlegg på IOS. Det er sannsynlig at det vil bli økning i arbeidsomfang. Legger derfor på 50 prosent (+ 32,5 mill. kr) for å få et mer realistisk kostnadsestimat.
- Det skal legge til grunn serieballiser istedenfor parallell balliser, som tilsvarer en økning på cirka 30 prosent av kostnadsposten Øvrig (+ 5 mill. kr)
- Estimatet for CTC vurderes som lav. Legges på 7, 5 mill. kr for å få et mer realistisk estimat.
- Prosjektet må utvikle grensesnitt mot serieballiser (ATC) (+ 10 mill. kr)

I løpet av gruppeprosessen ble også estimatet for Nytt signalanlegg Ski (EKS basisestimat Nytt signalanlegg Ski Gruppeprosess) justert, fra 405 mill. kr til 490 mill. kr. Figur 42 under viser overordnet hvilke elementer som ble justert i og etter gruppeprosessen.



Figur 42 EKS basisestimat Nytt signalanlegg Ski etter gruppeprosess

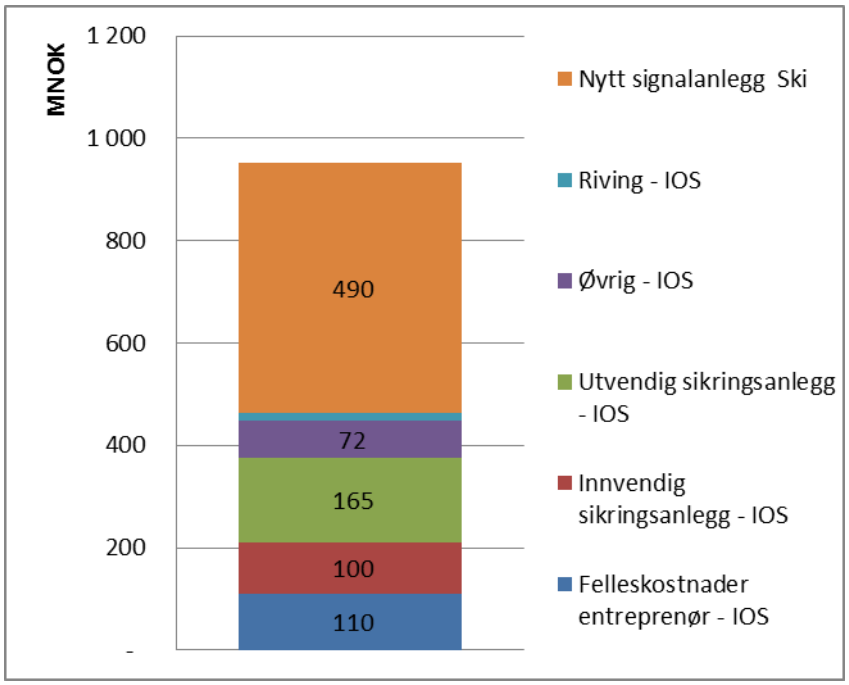
Ved å lese figuren over fra venstre mot høyre fremkommer endringene i basisestimatet slik:

- Det er behov for flere blokkposter/signaler enn det som ligger til grunn i kostnadsestimatet (+ 50 mill. kr)
- Det vurderes som sannsynlig at kostnaden for fjernstyring ligger cirka 20 prosent høyere enn det som er lagt til grunn (+30 mill. kr)
- Det er besluttet at det er prosjektet som skal gjøre de nødvendige endringene i eksisterende anlegg på IOS (+ 5 mill. kr)

Den samlede effekten av EKSs justeringer av «EKS basisestimat Signal Gruppeprosess» er at estimatet ble økt med rundt 147 mill. kr, som tilsvarer en økning rett i overkant av 18 prosent av «EKS basisestimat Signal Gruppeprosess».

Ingen av basisestimatene for signal («EKS basisestimat signalanlegg IOS etter Gruppeprosess» og «EKS basisestimat Nytt signalanlegg Ski etter Gruppeprosess») ble justert ytterligere etter gruppeprosessen. «EKS basisestimat Signal etter gruppeproses»s tilsvarer derfor «EKS basisestimat Signal til rapport».

I figuren under presenteres hvordan totalkostnaden i «EKS basisestimat Signal etter gruppeproses»s fordeles mellom IOS og nytt signalanlegg. Kostnaden for IOS brytes ned i henholdsvis felleskostnader entreprenør, rivning, Øvrig, utvendig og innvendig sikringsanlegg.



Figur 43 Oppbygning EKS basisestimat Signal etter gruppeprosess (prisnivå 2013)

6.7 FELLESKOSTNADER

6.7.1 FELLESKOSTNADER - OPPRINNELIG BASISESTIMAT

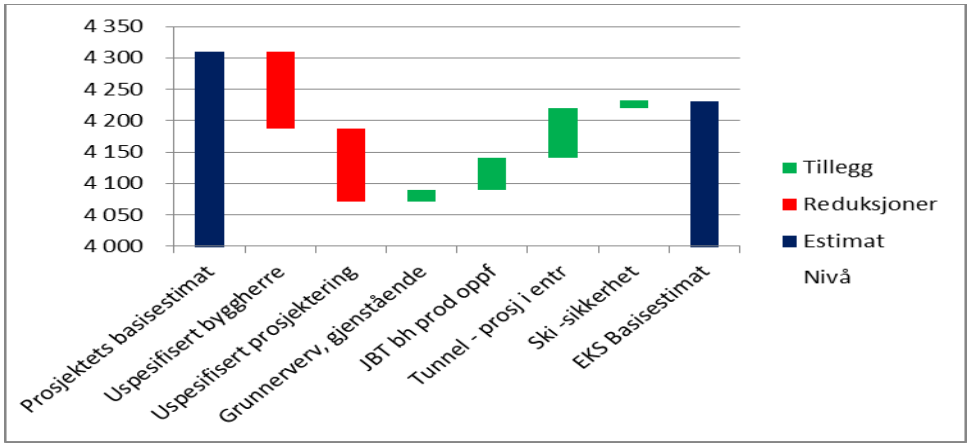
Prosjektets basisestimat har blitt økt med 405 mill. kr med bakgrunn i ett års forsinket fremdrift.

6.7.2 FELLESKOSTNADER - VURDERING AV PROSJEKTETS BASISESTIMAT

EKS har ikke kommentarer til prosjektets Basisestimat for Felleskostnader og la dette til grunn som inngangsverdi til gruppeprosessen

6.7.3 BYGGHERRE - JUSTERT BASISESTIMAT

Gruppeprosessen justerte basisestimatet som følger:



Figur 44 EKS basisestimat Felleskostnader etter gruppeprosess

7 USIKKERHETSANALYSE

Som en del av KS2 gjennomfører EKS en usikkerhetsanalyse som innebærer å gi en samlet oversikt over prosjektets usikkerhetsbilde. For å få best mulig bilde av prosjektets usikkerheter inkluderes prosjektdeltakere i gruppeprosesser hvor estimatusikkerheter og usikkerhetsfaktorer blir diskutert. En mer utfyllende beskrivelse av dem følger i kommende delkapitler.

I perioden 24. februar til og med 11. mars ble det avholdt gruppeprosesser for syv delområder; Innføring Oslo S, Dagsone og Ski Stasjon, Jernbaneteknikk og Signal, TBM tunnel, D&B Tunnel, Felleskostnader, samt Overordnet usikkerhetsfaktorer. Vedlegg 1 viser en utfyllende deltakerliste, samt dato og varighet for hver gruppeprosess.

7.1 BEREGNINGSFORUTSETNINGER

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for usikkerhetsanalysen:

- Usikkerhetsvurderingen av prosjektet tar utgangspunkt i foreliggende informasjon på analysetidspunktet
- Alle relevante grunnlagstall for kalkyler er kommunisert av prosjektet
- Merverdiavgiftsloven § 6-8 som gjaldt baneanlegg er opphevet. Også merverdiavgiftsloven § 4-8 om forenklet beregningsgrunnlag ved anbudsarbeider er opphevet. Konsekvensene av dette er ikke tydelige. EKS har derfor valgt å holde merverdiavgift utenfor beregningene. Alle beløp er eksklusive merverdiavgift
- Prisnivå for alle kostnadsposter er 2013
- Usikkerhetsanalysen benytter Bayesisk statistikk med formelverk der trippelestimatene antas å være Gamma 10-fordelte.

7.2 ESTIMATUSIKKERHET

Estimatusikkerhet er knyttet til usikkerhet i mengder og enhetspriser for arbeidsoppgaver slik de er beskrevet i grunnlaget.

For hvert kostnadselement etableres et lavt (best), sannsynlig, og høyt (verst) estimat. Det lave estimatet settes slik at det antas at det er 10 prosent sannsynlighet for at den faktiske kostnaden vil bli lavere enn estimatet. Det høye estimatet settes slik at det antas at det er 10 prosent sannsynlighet for at den faktiske kostnaden vil bli høyere. Dette benevnes hhv. 10- og 90-persentilene (P10, P90). Sannsynlig verdi er den verdien som oftest vil forekomme.

Både for lavt og høyt estimat legges det til grunn en situasjonsbeskrivelse som er realistisk at vil kunne inntreffe i ett av ti tilfeller. Eksempelvis vil priser som tilsvarer et åpenbart for lavt anbud (der det på ingen måte er grunn til å tro at leverandører vil kunne levere til denne prisen) eller et svært høyt anbud (der prosjektet heller avlyses eller omprosjekteres) vil derfor ikke bli reflektert i estimatusikkerheten. Samtidig er det naturlig med variasjon i hvordan entreprenører vil prise samme oppdrag.

Estimatusikkerheten fanger kun opp usikkerhet knyttet til variasjon i enhetspriser og mengder slik prosjektet er planlagt gjennomført. Avvik fra dette med bakgrunn i endret løsning eller omfang, og øvrige forhold som kan påvirke samlede prosjektkostnad er behandlet som usikkerhetsfaktorer i Kapittel 7.3.

Vurdering av estimatusikkerheten er basert på gruppeprosessene, samt EKS sine vurderinger som fremgår av Kapittel 6. I tabellen under fremkommer totalsum for estimatusikkerhet for hvert delprosjekt. Estimatusikkerhetene for hvert delprosjekt fremkommer i vedlegg 9 til 15.

Tabell 13 Aggregert estimatusikkerhet fra hvert delprosjekt (mill. kr 2013-kroner)

Estimatusikkerhet fra delprosjektene	Best	Sannsynlig	Verst
Felleskostnader	4117	4282	4446
Innføring Oslo S	1634	1695	1756
D&B Tunnel	792	830	887
TBM Tunnel	6687	6968	7250
Dagsone og Ski stasjon	2405	2540	2674
Jernbaneteknikk	2325	2471	2605
Signal	863	965	1067

7.3 USIKKERHETSFAKTORER

Under kvalitetssikringen av prosjektet er en rekke usikkerhetsfaktorer identifisert og diskutert, hovedsakelig gjennom gruppeprosessen. Usikkerhetsfaktorer modellerer den kostnadsmessige konsekvensen av alle forhold som ikke inkluderes i basisestimatet eller omfattes estimatusikkerheten. Disse forholdene antas likevel å påvirke de endelige prosjektkostnadene slik som for eksempel hendelsesusikkerhet, usikkerhet som ikke er direkte kvantifiserbar, men som kan påvirke prosjektets totale kostnader.

Faktorene påvirker spennet for de trippelestimater faktorene er satt til å påvirke. Faktorer med et symmetrisk spenn rundt verdien 1,00 vil ikke påvirke den forventede kostnaden (P50), men vil øke usikkerhetsavsetningen og derved gi en høyere anbefalt kostnadsramme (P85). Faktorer med et usymmetrisk spenn eller ikke-nøytral sannsynlig påvirkning (annen verdi en 1,00 som sannsynlig) vil normalt[11] påvirke den forventede kostnaden (P50), der høyreskjeve estimat[12] øker kostnaden.

Faktorene dekker opp både forhold der prosjektet kan påvirke sannsynlighet og/eller utfall, og forhold der prosjektet ikke kan påvirke sannsynlighet og/eller utfall. For de forhold der et prosjekt ikke kan påvirke sannsynlighet og/eller utfall (eks. vær) vil prosjektet allikevel kunne gjennomføre tiltak som reduserer den kostnadsmessige konsekvensen av forholdet (innføre tiltak for å redusere innvirkningen av dårlig vær). Usikkerhetsfaktorer kan være interne (eks. organisering), eller eksterne (eks. påvirkning fra andre prosjekter).

Metodisk skal de enkelte usikkerhetsfaktorene være uavhengige av hverandre. Dette kan i praksis være vanskelig å få til, men den anvendte metoden er robust i forhold til dette, og det er mulig å korrigere for korrelasjon dersom korrelasjonen kan estimeres. Generelt kan vi si at positiv korrelasjon mellom faktorer og/eller kostnadsposter øker risikoen, og negativ korrelasjon reduserer risikoen.

Et forhold som er vanskelig å modellere er den innbyrdes forsterkende effekten dersom flere av de viktigste faktorene får et negativt utfall samtidig. Dette er en av årsakene til at det er viktig med proaktiv usikkerhetsstyring gjennom hele prosjektet, med prioriterte innsatsområder og klare planer for håndtering av uønskede utfall, samt utnyttelse av muligheter som oppstår. Tiltak for å styre usikkerhet følger for hvert delprosjekt i kapittel 8.

[11] Unntaket er når faktoren har en statistisk forventning lik 1,00 på tross av usymmetrisk spenn.

[12] Et høyreskjevt estimat vil i denne sammenheng si at den antatte kostnadsøkningen fra ”sannsynlig” til ”høy” (relativt til det sannsynlige estimatet), er større enn den antatte kostnadsreduksjonen fra ”sannsynlig” til ”lav” (igjen relativt til det sannsynlige estimatet). Den statistiske forventningsverdien for høyreskjeve estimater vil dermed være større enn ”sannsynlig” verdi (som mer presist benevnes fordelingens modalverdi, eller ”toppunktet”).

7.3.1 KVANTIFISERING AV USIKKERHETSFAKTORER

Usikkerhetsfaktorene er plassert i PNSen ettersom hvilke kostnadselementer den enkelte usikkerhetsfaktor påvirker. Dette er illustrert for hvert delprosjekt i vedlegg 9-16. Faktorene er modellert som sannsynlig påvirkning, og den påvirkning de forventes å ha på prosjektets totalkostnad i ett av ti tilfeller (best og verst). En verdi på 1.00 vil ikke ha en innvirkning på kostnaden, mens en verdi på 0,95 angir en kostnadsreduksjon på 5 prosent for poster påvirket av faktoren. I motsatt tilfelle vil en verdi på 1,05 bety en kostnadsøkning på 5 prosent.

I tabellen under fremkommer det hvor mye usikkerhet alle faktorene samlet for hver gruppeprosess bidrar med. Ytterligere detaljering og kvantifisering av usikkerhetsfaktorer fra hver gruppeprosess finnes i vedlegg 9 til 16.

Tabell 14 Samlet usikkerhet fra hvert delprosjekt (gruppeprosess)

Usikkerhet fra delprosjektene	Best	Sannsynlig	Verst
Felleskostnader	1.03	1.03	1.10
Innføring Oslo S	1.01	1.16	1.45
D&B Tunnel	1.06	1.09	1.42
TBM Tunnel	1.02	1.13	1.26
Dagsone og Ski stasjon	1.05	1.15	1.34
Jernbaneteknikk	1.05	1.09	1.17
Signal	1.10	1.22	1.32

For prosjektet har vi overordnet følgende usikkerhetsfaktorer som vist i tabellen under. Dette er faktorer som ble gjennomgått i overordnet gruppeprosess og de påvirker alle gjenstående kostnader for prosjektet.

Tabell 15 Overordnede usikkerhetsfaktorer for prosjektet

Usikkerhetsfaktor	Best	Sannsynlig	Verst
Overordnet organisering og styring	0,99	1,01	1,07
Prosjektets attraktivitet	0,95	1,0	1,05
Kontraktevaluering og evalueringskriterier	0,97	1,0	1,05
Ansvarsforhold	0,95	0,98	1,01
Betalingsmekanismer innen EPC kontrakt	0,97	1,0	1,01
Generell markedsutvikling	0.97	1.00	1.03
Valuta	0.98	1.00	0.98

8 ANALYSERESULTATER OG DISKUSJON

Analyseresultater fra usikkerhetsanalysen for hvert delprosjekt med tilhørende diskusjon følger i kommende delkapitler.

PROSJEKTETS NEDBRYTNINGSSTRUKTUR (PNS)

Prosjektet er inndelt i en nedbrytning som gjenspeiler kontraktstrukturen i prosjektet. Hvert delprosjekt er brutt ned i arbeidspakker. Svarte bokser er samleposter som igjen er delt opp i mindre og mer håndterlige poster, mens blå bokser er reelle kostnadsposter i kalkylen. Overordnet PNS fremkommer i følgende delkapitler, og detaljert PNS for hvert delprosjekt er vist i vedlegg.

S-KURVE

Det ble i gruppeprosessen tilegnet trippelestimater til hver enkelt post i prosjektets PNS som ivaretar estimatusikkerhet. I tillegg ble det identifisert en rekke usikkerhetsfaktorer i prosjektet, og deres innvirkning ble diskutert og estimert. Ut fra dette er det avledet en sannsynlighetskurve (S-kurve) for hvert delprosjekt og en samlet for hele prosjektet. Kurven beskriver hvilken forventet totalkostnad en kan regne med å gjennomføre prosjektet innen (x-aksen), for en gitt sannsynlighet (y-aksen). Her vises prosjektets forventede kostnad (P50) og anbefalt kostnadsramme (P85).

Forskjellen mellom basisestimatet og P50 benevnes forventede tillegg og er kostnader man forventer kommer i tillegg til kalkylen, gitt prosjektets nåværende usikkerhetsbilde. Gjennom proaktiv usikkerhetsstyring vil det være mulig å påvirke usikkerhetsbildet, og således forventet, og til slutt endelig prosjektkostnad.

Usikkerhetsavsetningen (differansen mellom P50 og P85) holdes i reserve, og forventes ikke brukt, men disponeres av prosjekteier om nødvendig.

TORNADODIAGRAM

Basert på usikkerhetsfaktorenes innvirkning på prosjektets kostnad samt kostnadselementenes usikkerhet, beregnes et Tornadodiagram. Diagrammet reflekterer prosjektets usikkerhetsprofil med risiko og muligheter. Risiko som bidrar til å øke prosjektets kostnader er gitt til høyre i diagrammet, muligheter som bidra til å senke prosjektets kostnader er gitt til venstre i diagrammet. Diagrammet angir usikkerhetsfaktorers og kostnadselementers relative bidrag til den totale variansen (det vil si at de enkelte usikkerhetselementene vises som prosentandel av den totale variansen, 100 prosent, i modellen). Denne rangeringen av usikkerhetselementer gir mulighet for å prioritere hvilke momenter prosjektet bør fokusere på i videre usikkerhetsstyring.

TILTAK OG PROSJEKTETS MULIGHET TIL Å REDUSERE USIKKERHET

Tiltak for å utnytte muligheter og redusere risiko, for å sikre måloppnåelse i prosjektet utarbeides på bakgrunn av rangering av usikkerhetselementer i tornadodiagrammet. Blant usikkerhetene som fremgår er det en variasjon med tanke på hvor stor innvirkning prosjektet kan ha på de enkelte elementene. Noen kan påvirkes i stor grad, mens andre er bestemt av eksterne forhold og mekanismer og kan påvirkes i mindre grad.

KRITISKE SUKSESSFAKTORER OG FALLGRUVER

Kritiske suksessfaktorer beskriver forhold som prosjektet må lykkes med for å oppnå målsettingene. Suksessfaktorene skal være prosjektspesifikke og bygge på det overordnede risikobildet i prosjektet. De bør forplikte alle prosjektets parter, og gi et bilde på hva som kreves av partene for at prosjektet skal bli en suksess. Ut i fra suksessfaktorene skal det være mulig å avlede tiltak som gjør det mulig å oppnå målsettingene.

Fallgruver er derimot forhold som kan bidra til at prosjektets målsettinger ikke innfris. Disse forholdene

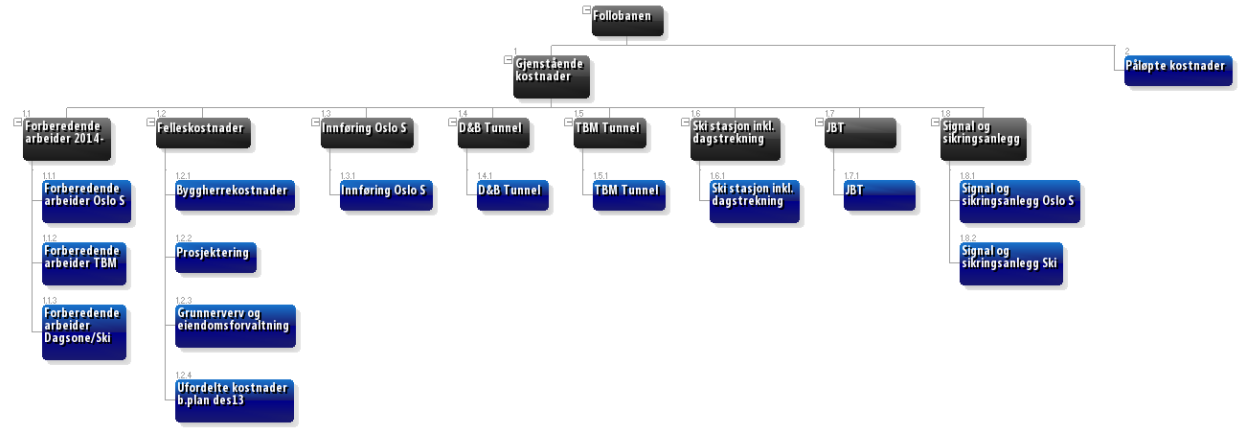
må man forsøke å redusere eller unngå.

EKS har identifisert kritiske suksessfaktorer og fallgruver i prosjektet, blant annet basert på intervjuer med nøkkelpersoner og gjennom diskusjoner i gruppeprosessen.

8.1 SAMLET PROSJEKT/FOLLOBANEN

8.1.1 SAMLET - PROSJEKTNEDBRYTNINGSSTRUKTUR

Prosjektets nedbrytningsstruktur (PNS) på overordnet nivå vises i Figur 45.



Figur 45 Overordnet prosjektnedbrytningsstruktur (PNS)

8.1.2 SAMLET – AKKUMULERT SANNSYNLIGHETSKURVE

Basert på analysen er det avledet en sannsynlighetskurve (S-kurve) vist i Figur 46 under. Kurven beskriver hvilken forventet totalkostnad en kan regne med å gjennomføre prosjektet innen (x-aksen), for en gitt sannsynlighet (y-aksen) (for videre vurderinger i rapporten er det rundet av til nærmeste million).

Figur 46 Sannsynlighetskurve for prosjektet

S-kurven viser at det er 50 prosent sannsynlighet for at kostnaden ikke vil overstige 23.800 mill. kr, og 85 prosent sannsynlighet for at kostnadene ikke vil overstige 25.700 mill. kr.

8.1.3 SAMLET - ANALYSE AV USIKKERHETSBILDE

Basert på usikkerhetsfaktorenes innvirkning på prosjektets kostnad samt kostnadselementenes usikkerhet, beregnes et Tornadodiagram.

Figur 47 Tornadodiagram som viser usikkerhetsfaktorenes innvirkning

Den mest fremtredende usikkerhetsfaktoren er prosjektets attraktivitet i markedet, dernest kontraktevaluering og evalueringskriterier, fulgt av overordnet organisering og styring. EKS anser at overordnet styring og evalueringskriterier også vil ha påvirkning på prosjektets attraktivitet. Denne innbyrdes påvirkningen er søkt fanget opp gjennom de spenn som er satt.

Forhold relatert til kontrakt, marked og styring utgjør syv av de åtte fremste faktorene i usikkerhetsbildet. Den siste faktoren er et samlet uttrykk for de usikkerheter som ble identifisert i gruppeprosess TBM. Variasjoner i geologiske forhold og TBM-entreprenørens anleggsgjennomføring er de fremste forholdene der. Vellykket kontrahering, spesielt av TBM-entreprisen, vil være det viktigste bidraget til reduksjon av usikkerhet i tiden fremover og kan gi et økonomisk gunstig utgangspunkt for prosjektet.

Prosjektets fremdriftsplan er ambisiøs, og kostnadsbildet kan bli et annet dersom de premisser og forutsetninger som er lagt til grunn endres. Den planlagte overordnete organiseringen og styringen anser EKS som hensiktsmessig, men dersom disse planene av ulike årsaker ikke skulle kunne iverksettes eller la seg gjennomføre, vil kostnadskonsekvensene kunne bli store. Det er uklart hvordan omorganiseringen av JBV vil slå ut for prosjektet i praksis. Det er dokumentert tilfeller av lange beslutningsprosesser og avgjørelser på nivå JBV som omgjøres på departementalt nivå.

Store utfordringer knyttet til overordnet organisering og styring medfører ikke bare risiko for forsinket oppstart eller forsinkelser, men også for at det tas feil valg om større, overordnede beslutninger. Dette vil, i ett av ti tilfeller, kunne gi kostnadskonsekvenser i størrelsesorden 1,5 til 2,0 mrd kr. Forsinket fremdrift siden detaljplan er kostnadsberegnet til 400 mill. kr alene i økte bemanningskostnader hos byggherren. I tillegg kommer ett års generell prisstigning på hele omfanget og noen merkostnader som følge av flytting av arbeid fra entreprisene til forberedende arbeider for å redusere risiko for ytterligere forsinkelser. Det vil si at forsinket fremdrift allerede har gjort prosjektet omtrent 1 mrd kr dyrere. Dersom forsinkelser og feilvalg knyttet til overordnet organisering og styring inntreffer i perioden fremover kan konsekvensene forventes å være større.

8.1.4 SAMLET – TILTAK FOR Å REDUSERE OG BEGRENSE USIKKERHET

EKS har vurdert tiltak for å redusere risikobildet i prosjektet. I tabellen under fremgår anbefalte tiltak

knyttet til de største usikkerhetsfaktorene som fremgår av usikkerhetsanalysen.

Tabell 16 Tiltak for å redusere usikkerhet

Usikkerhetsfaktor	Anbefalte tiltak
Prosjektorganisasjonen • Tilgang på fagressurser, inkludert rekruttering og erfaringsoverføring • Prioritering av ressurser innad i JBV og eksisterende knapphet på ressurser med jernbaneteknisk kompetanse • Nødvendig fagkompetanse for alle entrepriser.	• Igangsette forberedende arbeider med tilgjengelig personell i markedet. Undersøke i regionen hvilke ressurser som er tilgjengelige. Gi en orientering om forventet innleietidspunkt til bransjen, slik at bransjen i god tid kan forberede seg på hvilke ressurser som er ønskelig. I et stramt marked er det få frie ressurser som venter på oppdrag. • Utarbeide tiltaksplan for etablering av prosjektorganisasjon i tilfellet det viser seg at ressurstilgangen er vanskeligere enn antatt. Mulige tiltak: – Forlenge gjennomføringstiden – Omdisponere ressurser fra andre av JBVs prosjekter • Vurdere å igangsette utdanningsløp/omskolering av spesielt viktig kompetanse, særlig innen elektrofagene.
Kontraktevaluering og evalueringskriterier • Kostnadsreduserende løsninger som gir gevinstrealisering • Produksjonsplanlegging med stikkord: – God fremdrift – God kvalitet – Ivaretakelse av ytre miljø og SHA	• Stille krav til entreprenørens erfaring og organisasjon i konkurransegrunnlaget. Evaluering av både pris og kompetanse vil kunne bidra til å velge det mest økonomisk fordelaktige tilbudet for byggherren. • Legge inn incentiver i konkurransegrunnlaget som fremmer kostnadsbesparende tiltak fra entreprenøren, samt sikrer oppnåelse av delfrister og sluttfrist. Dette kan sikre prosjektet fremdrifts- og kvalitetsmessig, samt ivareta både prosjektets og byggherrens omdømme. • Stille krav til riktig kompetanse i byggherreorganisasjonen, slik at byggherren til enhver tid legger til rette for at entreprenøren kan ha god gjennomføringsevne. Dette ved at byggherreleveranser og avklaringer skjer rettidig i prosjektet. • Avholde samarbeidsmøter/-konferanser der prosjektets leveranser og kvaliteter avklares ved oppstart av delprosesser, samt at det sikres felles forståelse av oppgaven og gjennomføringen av prosjektet.
Samhandling	• Etablere fora for relasjonsbygging mellom byggherre og entreprenør. Dette for å redusere utfordringer som ligger i ulikheter i kultur. • Kommunikasjon byggherre/entreprenør: Ukentlige møter som omhandler geologiske spørsmål og andre tekniske spørsmål.
Konsekvenser av utskiftinger av viktig kompetanse og kapasitet i byggherrens og entreprenørens organisasjoner	• Erfarne medarbeidere hos byggherre • Kreve at entreprenører på forhånd avklarer med byggherre dersom de bytter ut noen av sine arbeidere. • Bevare kontinuitet i prosjekterende og ansvarlig personell for tekniske løsninger på byggeplass. • Kontrollere at ekspertpersonell oppgitt i tilbudet er de som er tilgjengelig for prosjektet or entreprenør • Besørge tilstrekkelig størrelse på organisasjoner både hos entreprenør og byggherre, for å sikre nødvendig kapasitet til å håndtere komplekse situasjoner. • Definerer kritiske parametere/rammebetingelser for entreprenør. Fastsette nødvendige grenseverdier som entreprenøren skal styre etter.

8.1.5 SAMLET – KRITISKE SUKSESSFAKTORER

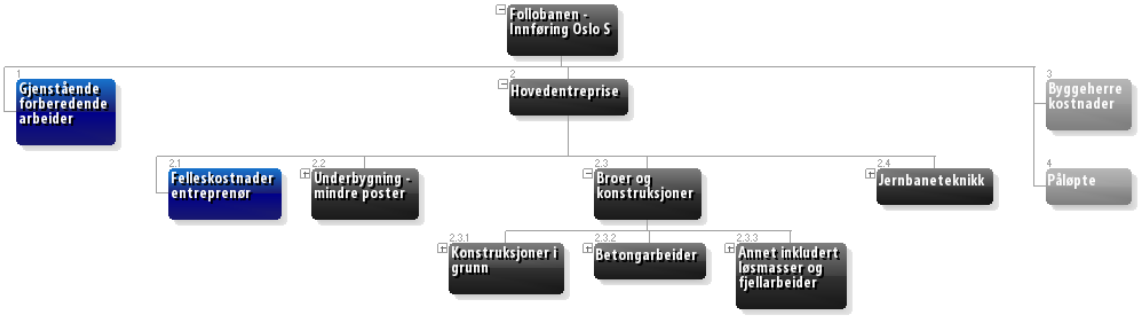
Tabell 17 Kritiske suksessfaktorer og tilhørende anbefalte tiltak

Suksessfaktorer	Anbefalte tiltak
Sikre god kjennskap til og styring av det som blir en Norges største samferdselskontrakter, i alle nivåer av prosjektorganisasjonen	• Aktivt benytte kontraktens styrende dokumenter i byggemøter og interne møter. • Sikre at alle i organisasjonen kjenner kontraktsdokumentet og interne KS-dokumenter, gjennom intern kursing og oppfølging
Ivareta grensesnittproblematikk	• Sørge for å medta og ivareta all risiko med grensesnittutfordringer i kontrakt (konkurransegrunnlag) • Sørge for lik ordlyd i alle kontrakter slik at entreprenørene har lik forståelse av kontraktsgjennomføring i grensesnitt • Være konsistent og samkjørt i organisasjonen ved håndtering av spørsmål vedrørende grensesnitt • Bruk av felles kommunikasjonssystem, prosjekthotell
Etablere kommunikasjonsplan med aktiv oppfølging av denne for å håndtere interessenter, spesielt i forhold til trafikkomlegging og støy	• En kommunikasjonsplan for håndtering av interessenter bør utarbeides • Informasjon bør distribueres i tide og være utformet slik at forhold i prosjektet ikke kommer overraskende på lokalbefolkningen
Tilgang på kompetent personell, byggherrens prosjektorganisasjon	• Oppfølging entreprenør mht. kvalitet • Opplæring av egen organisasjon i EPC-kontrakt • Sikre at nøkkelpersonell beholdes i anleggsfasen
Kartlegging av interessenter	• Ha god oversikt over prosjektets interessenter gjennom kvalitative interessentanalyser • Rett nivå på interessenters påvirkningsgrad • Omforente avtaler med viktige grunneiere
Kvalitetskontroll underveis	• Sikre nødvendig kvalitet (materialer og løsninger) på gjennomført arbeid av entreprenøren. Dette for å unngå avvik som blir «for sent» å rette opp og som byggherren må leve med.
Insentivløsninger	• Kompensasjonsløsninger • EPC-kontrakter med stor fleksibilitet på løsninger og nært samarbeid mellom byggherre og entreprenør • Kompensasjon ved oppnådd milepeler

8.2 INNFØRING OSLO S

8.2.1 IOS - PROSJEKTNEDBRYTNINGSSTRUKTUR

Prosjektnedbrytningsstrukturen (PNS) vises i Figur 48 på overordnet nivå. I PNS blir Entreprenørens rigg og drift kalt «Felles entreprenørkostnader». I PNS er det med post for jernbaneteknikk og byggherrekostnader for å illustrere prosjektets kostnader under IOS, selv om disse postene er under andre delprosjekter etter EKS sin inndeling.



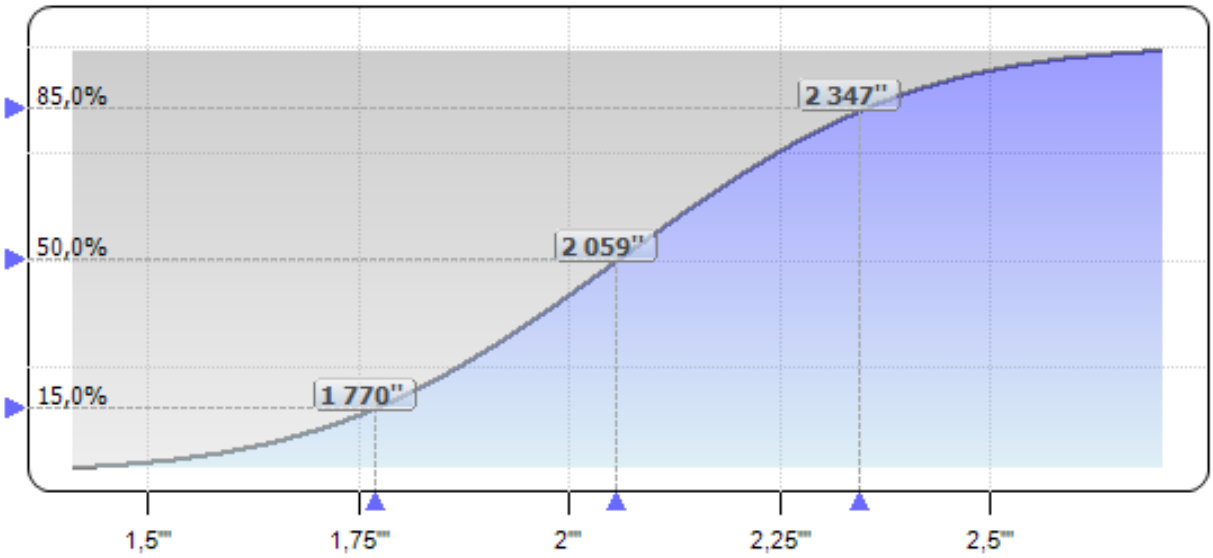
Figur 48 Prosjektnedbrytningsstruktur (PNS) for IOS

Underbygning – Mindre poster inkluderer Endring 130-004, Grunnarbeider, Veger og banelegeme, Utstyr og miljøtiltak, og Riving- og fjerning. Konstruksjoner i grunn inkluderer Stålkjernepeler, Spunt inkludert avstivning og Annet konstruksjoner. Betongarbeider inkluderer Armering kamstål K 500 TE, Betong C45 SV-40 og Annet Betongarbeider. Annet inkludert løsmasser og fjellarbeider. Disse postene blir noe mer delt opp i den komplette PNS-en som foreligger i vedlegg 8.

Se Vedlegg 7 for komplett PNS.

8.2.2 IOS - AKKUMULERT SANNSYNLIGHETSKURVE

Basert på analysen er det avledet en sannsynlighetskurve (S-kurve) vist i Figur 49 under. Kurven beskriver hvilken forventet totalkostnad en kan regne med å gjennomføre prosjektet innen (x-aksen), for en gitt sannsynlighet (y-aksen) (for videre vurderinger i rapporten er det rundet av til nærmeste million).



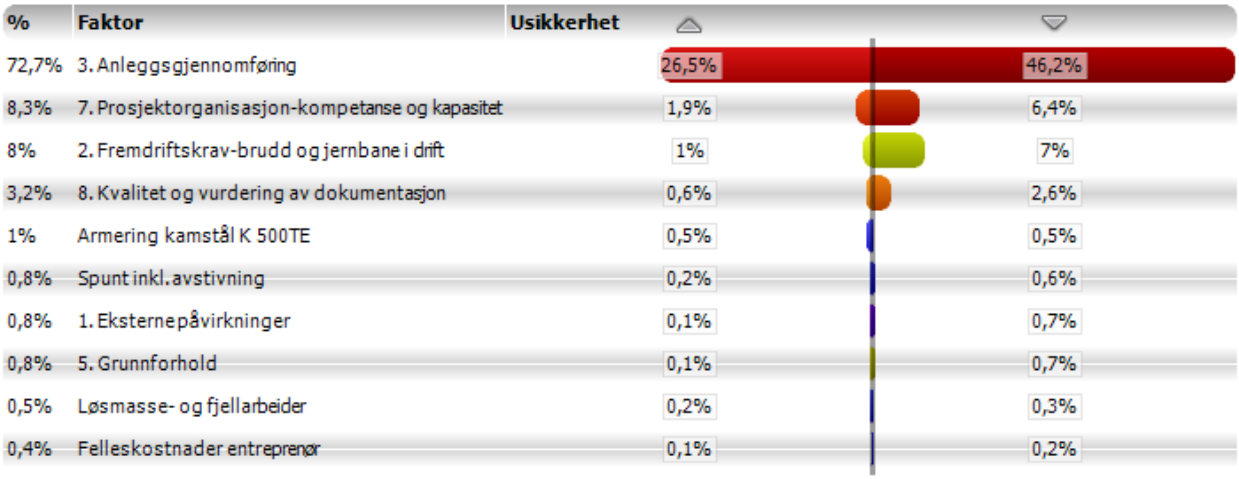
Figur 49 Akkumulert sannsynlighetskurve (S-kurve) i mill. kr prisnivå 2013

S-kurven viser at det er 50 prosent sannsynlighet for at kostnaden ikke vil overstige 2 059 mill. kr, og 85 prosent sannsynlighet for at kostnadene ikke vil overstige 2 347 mill. kr.

8.2.3 IOS - ANALYSE AV USIKKERHETSBILDE

Basert på usikkerhetsfaktorenes innvirkning på prosjektets kostnad samt kostnadselementenes usikkerhet, beregnes et Tornadodiagram. Risiko som bidrar til å øke prosjektets kostnader er gitt i høyre i diagrammet, muligheter som bidrar til å senke prosjektets kostnader er gitt til venstre i diagrammet. Alle usikkerhetsfaktorer vurderes til å påvirke hele PNS'en, med unntak av usikkerhetsfaktorene *Kvalitet*

og vurdering av dokumentasjon og *Entreprenør – språk og kultur* som vurderes til og bare påvirke hovedentreprisen. Figur 50 viser tornadodiagrammet som slik det forekommer av analysen for IOS.



Figur 50 Tornadodiagram IOS

Kostnadselementers usikkerhet og usikkerhetsfaktorer bidrar til usikkerhetsbildet. For IOS domineres usikkerhetsbildet av usikkerhetsfaktorer (de fire øverste faktorene i Tornadodiagrammet er usikkerhetsfaktorer). Usikkerhetsfaktorene over totalt 1 prosent er høyreskjeve i større eller mindre grad.

Anleggsgjennomføring er den dominerende usikkerhetsfaktoren, mens Prosjektorganisasjon – kompetanse og kapasitet, Fremdriftskrav – brudd og jernbane i drift, og Kvalitet og vurdering av dokumentasjon utgjør hoveddelen av den resterende usikkerheten. De resterende usikkerhetsfaktorene har fra 1 prosent usikkerhet og lavere.

Usikkerhetsfaktoren *Anleggsgjennomføring* utgjør hele 72,7 prosent av IOS- delprosjektets usikkerhet. Dette oppfatter EKS henger sammen med at store deler av organisasjonen har omfattende kompetanse og erfaring med tradisjonell entreprisegjennomføring (Banedivisjon, drift og sikkerhetsgodkjenning o.l.), men liten eller ingen erfaring med EPC-kontrakter i den sammenhengen. Organisasjonen vet hvor krevende det kan være med anleggsdrift, når man må forholde seg til bruddperioder og jernbane i drift, og hvor avhengig man er av en tett og god dialog med de andre instansene i JBV. Imidlertid er det en risiko for at EPC-kontraktør ikke klarer å håndtere dette grensesnittet på en god måte ved og ikke finne gode og smidige løsninger. Dette kan resultere i økte forseringskostnader. På en annen side er det gode muligheter for at EPC-kontraktøren kan være mer effektiv og kreayiv enn en tradisjonell hovedentreprenør / byggherre konstellasjon (finne et godt driftsopplegg), og på den måten gi mulighet for en rimeligere utførelse, samt lavere forseringskostnader. Det er på bakgrunn av dette knyttet stor risiko til anleggsgjennomføring, samtidig som det også er et stort potensiale for også å redusere kostnaden. Utfallet avhenger av hvor god entreprenøren er til å finne «smarte» løsninger.

Samtidig er det en sammenheng mellom kvaliteten på *Anleggsgjennomføringen*, entreprenørens håndtering av *Fremdriftskrav – brudd og jernbane i drift*, prosjektets evne til å presentere et tilbudsgrunnlag av god kvalitet (*Kvalitet og vurdering av dokumentasjon*) og *Prosjektorganisasjonen – kompetanse og kapasitet*. Hvor vellykket anleggsgjennomføringen vil bli er i stor grad avhengig av de tre andre faktorene nevnt ovenfor.

Usikkerhetsfaktorene *Prosjektorganisasjon – kompetanse og kapasitet* utgjør 8,3 prosent av den totale usikkerheten i delprosjektet. Det er usikkerhet knyttet til kontinuiteten i prosjektorganisasjonen da det er mange innleide på IOS. Flere resurser i organisasjonen har bare kontrakt på 4 år og kan være ute av organisasjonen før EPCen starter. Dette kan resultere i begrenset kontinuitet i organisasjonen og oppbygning av en organisasjon som både har kunnskap om jernbane og erfaring med EPC/oppfølging av

EPC. Krysskommunikasjonen mellom de som kan jernbane og de som kan EPC kan skaper noen utfordringer. Dette skaper usikkerhet knyttet til hvordan prosjektet skal håndtere endringer fra EPC-kontraktene, kompetanse på de forskjellige fagområdene inkludert kontrakt i prosjektorganisasjonen, og (på bakgrunn av dette) oppfølging av entreprenør.

Usikkerhetsfaktoren *Fremdriftskrav – brudd og jernbane i drift* utgjør 8,0 prosent av den totale usikkerheten i delprosjektet. Erfaringsmessig har ikke entreprenøren god nok forståelse for viktigheten av å rekke/fokusere på brudd og brudd-arbeidene. Dersom man blir forsinket opp mot sommerbrudene, kan prosjektet bli opp mot 12 måneder forsinket.

Usikkerhetsfaktoren *Kvalitet og vurdering av dokumentasjon* utgjør 3,2 prosent av den totale usikkerheten i delprosjektet. Det er en ny situasjon for JBV å skulle utforme kravspesifikasjoner til EPC'er, i tillegg til at det skal være på engelsk. Kostnadskonsekvensen av varierende kvalitet på -og varierende forståelse av prosjektets dokumentasjon er ikke mindre ved EPC, enn ved vanlig utførelseskontrakt. Hvis kvaliteten på dokumentasjonen virkelig er god økes sannsynligheten for at entreprenøren kommer opp med bedre løsninger jfr. usikkerhetsfaktoren *Anleggsgjennomføring*. For delprosjekt IOS vil det være spesielt komplisert å beskrive interne grensesnitt (mot eksisterende jernbaneanlegg). Kvalitet og vurdering av dokumentasjon er avgjørende for hvor mye grunnlag det er for entreprenøren å fremme endringskrav.

For delprosjekt IOS vil det være en korrelasjon på estimatusikkerheten i *Betongarbeider* (armering og betong) og *Konstruksjoner i grunn* (stålkjernepæler og spunt). Dette vil spille lite inn på usikkerheten til delprosjektet. Se *usikkerhetsfaktorer* i Vedlegg 7.

8.2.4 IOS - TILTAK FOR Å REDUSERE OG BEGRENSE USIKKERHET

Prosjektet jobber kontinuerlig for å ha oversikt over samt redusere usikkerheten i prosjektet. Delprosjektet har allerede redusert fremdriftsrisikoen ved at noen arbeider er skilt ut til egne entrepriser (forberedende arbeider). Dette gjelder spesielt for grunnarbeider og arbeider med riving og fjerning, slik at usikkerhetene knyttet til dette blir lavest mulig i hovedentreprise. Et annet tiltak for å reduseres usikkerhet er at delprosjektet planlegger å legge føringer/krav i hovedkontrakten for gjennomføring av hovedfasene.

I gruppeprosessen og i bearbeidelsen av informasjonen fra gruppeprosessen har EKS kommet frem til ytterligere tiltak for som vil kunne bidra til å minimere/redusere/eliminerer usikkerheter. Dette presenteres i 0.

Blant usikkerhetene som fremgår av tornadodiagrammet er det variasjon i hvilken grad prosjektet kan ha innvirkning på enkeltelementene. Noen kan påvirkes i stor grad, som for eksempel prosjektorganisasjon, mens andre er bestemt av ekstern forhold og mekanismer og kan i mindre grad påvirkes av prosjektet. Det angis i samme tabell som anbefalte tiltak i hvilken grad prosjektet har en reell mulighet til å påvirke usikkerheten.

Tabell 18 Topp 4 i tornadodiagrammet, tiltak og usikkerhetsmomentenes grad av påvirkningskraft

Usikkerhet/kostnadselement	Tiltak	Prosjektets mulighet til å påvirke
Anleggsgjennomføring	• Legge til rette så entreprenøren får mulighet til en effektiv gjennomføring (spesielt i bruddfasene) • Levere nødvendig dokumentasjon tidsnok til entreprenør slik at det ikke blir forsinkelser jfr. usikkerhetsfaktoren Kvalitet og vurdering av dokumentasjon • Identifisere restriksjoner i prosjektet så tidlig som mulig, slik at entreprenør kan få best mulig grunnlag for et optimaliserer driftsopplegget	Middels
Prosjektorganisasjon – kompetanse og kapasitet	• Kontinuitet i prosjektorganisasjonen • Bemanne egen organisasjon med nødvendig kompetanse og kapasitet for å kunne bistå og kontrollere entreprenøren • Testet organisasjonen. Bruke forberedende arbeider til å trimme organisasjonen med tanke på systemer og rutiner til EPC • Synliggjøre behovet for kapasitet og samhandling i andre deler av JBV prosjektet er avhengig av, for å gjennomføre i henhold til plan	Høy
Fremdriftskrav – brudd og jernbane i drift	• Synliggjøre i konkurransegrunnlaget hvilke krav som stilles til kapasitet og rettidig utførelse i forhold til bruddperioder og jernbane i drift. Det vil si sikre at entreprenøren får en forståelse for viktigheten av å rekke brudd og brudd-arbeid, herunder sikre at entreprenøren treffer sommerbruddene • Jobbe med entreprenøren for å få dem til å forstå kompleksiteten i brudd • Bidra til en god kommunikasjon mellom entreprenør og driftsansvarlige instanser i JBV, inklusive kvalitets-/ sikkerhetsgodkjenning.	Middels
Kvalitet og vurdering av dokumentasjon	• Formidle til entreprenøren i tilbudsgrunnlaget hvor viktig det er å følge fremdriftsplaner og forholde seg til planlagte brudd og begrensninger for anleggsdriften på grunn av jernbane i drift jfr. usikkerhetsfaktoren *Fremdriftskrav* • Dokumentene må gi entreprenørene de «riktige» og tilstrekkelige opplysninger slik at de allerede på tilbudsstadiet kan finne «smarte» og kostnadseffektive løsninger jfr. usikkerhetsfaktoren *Anleggsgjennomføring* • Tilbudsgrunnlaget må stille krav til entreprenørens prosjekteringsorganisasjon med hensyn på samhandling, kommunikasjon og kontinuitet.	Høy

8.2.5 IOS - KRITISKE SUKSESSFAKTORER OG FALLGRUVER

Tabell 19 Kritiske suksessfaktorer IOS

Kritisk suksessfaktor	Tiltak for å oppnå
Nå brudd for å overholde fremdriftsplanen	• Synliggjøre i konkurransegrunnlaget hvilke krav som stilles til kapasitet og rettidig utførelse i forhold til bruddperioder og jernbane i drift • Formidle til entreprenøren i tilbudsgrunnlaget hvor viktig det er å følge fremdriftsplaner og forholde seg til planlagte brudd og begrensninger på grunn av jernbane i drift • Synliggjøre behovet for kapasitet i andre deler av JBV som prosjektet er avhengig av, for å gjennomføre i henhold til plan • God kommunikasjon mellom entreprenør og driftsansvarlige instanser i JBV, inklusive kvalitets-/ sikkerhetsgodkjenning
Tilstrekkelig oppfølging av entreprenør for å sikre kvalitet på leveranse	• Bemanne egen organisasjon med nødvendig kompetanse og kapasitet for å kunne bistå og kontrollere entreprenøren • Kontinuitet i egen organisasjon
Effektiv anleggsgjennomføring	• Sikre kvalitet i tilbudsgrunnlag, herunder «riktige» og tilstrekkelige opplysninger samt insentiver til entreprenør for å finne «smarte» og kostnadseffektive løsninger

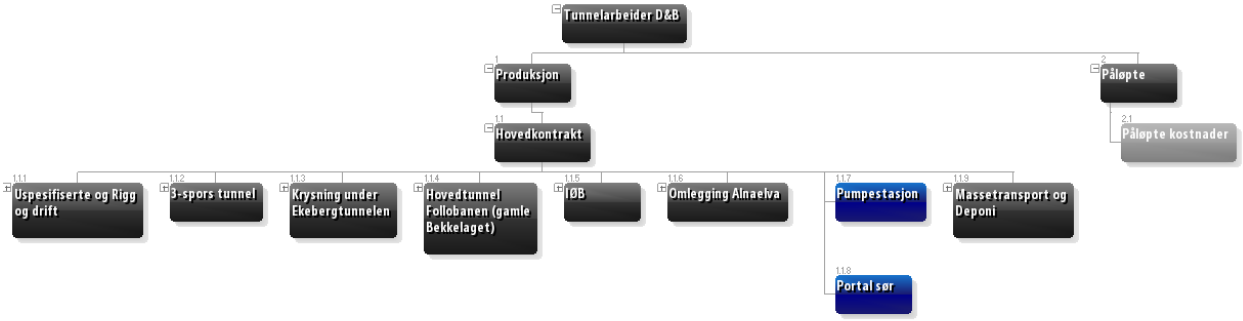
Tabell 20 Fallgruver IOS

Fallgruve	Tiltak for å unngå
Upresis og/eller ufullstendig definisjon av leveransen/funksjon, spesielt hvor JBV og leverandør har ulike interesser	• Ta lærdom av de øvrige EPC'ene med tanke på utforming av tilbudsgrunnlag (sikre kvalitet i tilbudsgrunnlaget) • Sikre at det er riktige insentiver for entreprenør i tilbudsgrunnlaget
Lite oppfølging av kontrakten og i etterkant av kontrakten	• Bemanne egen organisasjon med nødvendig kompetanse og kapasitet for å kunne bistå og kontrollere entreprenøren • Kontinuitet i egen organisasjon • Ta tilstrekkelig lærdommer fra forberedende arbeider, samt øvrige EPC'er i Follobane prosjektet
Rekker ikke sommerbruddene	• Se tiltak for suksessfaktoren *Nå brudd for å overholde fremdriftsplanen*

8.3 D&B

8.3.1 D&B - PROSJEKTNEDBRYTNINGSSTRUKTUR

I Figur 51 vises PNS overordnet. I Vedlegg 8, vises overordnet nedbrytning av den konvensjonelle drivingen i Follobaneprosjektet. Uspesifiserte kostnader, samt kostnader for Rigg og Drift er trukket ut av postene og er presentert i en egen boks. Dette gjør det lettere å justere disse postenes påvirkning og diskutere usikkerheter knyttet til hver enkelt kostnad.

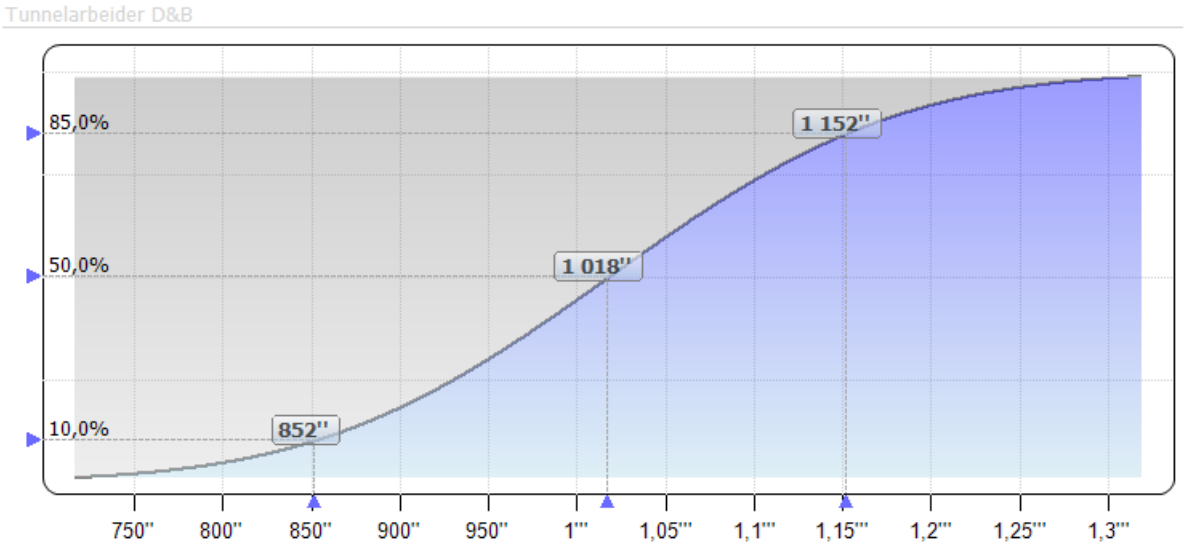


Figur 51 PNS for D&B

Strukturen er ellers fordelt på samme måte som prosjektet deler inn elementene for å lettere sammenligne omfanget og kostander. Hvert av områdene 3-spors tunnel, Kryssing under Ekebergtunnelen, Hovedtunnel, IØB og Alnaelva har underpostene Driving, Bergsikring, Vann og Frostsikring og øvrige kostnader knyttet til områdene. Videre er Pumpestasjon og Portal Sør trukket ut av henholdvsis Omlegging Alnaelva og IØB, da det er usikkerheter knyttet til disse delene som skiller seg fra kostandsposten de hørt til opprinnelig. Massetransport og deponi er trukket ut av EKS som en egen post da dette har blitt diskutert som et separat tema gjennom KS2 prosessen.

8.3.2 D&B - AKKUMULERT SANNSYNLIGHETSKURVE

Basert på analysen er det avledet en sannsynlighetskurve (S-kurve) vist i Figur 52 under. Kurven beskriver hvilken forventet totalkostnad en kan regne med å gjennomføre prosjektet innen (x-aksen), for en gitt sannsynlighet (y-aksen) (for videre vurderinger i rapporten er det rundet av til nærmeste million).



Figur 52 Akkumulert sannsynlighetskurve D&B

S-kurven viser at det er 50 prosent sannsynlighet for at kostnaden ikke vil overstige 1 018 mill. kr, og 85 prosent sannsynlighet for at kostnadene ikke vil overstige 1 152 mill. kr.

8.3.3 D&B - ANALYSE AV USIKKERHETSBILDE

Basert på usikkerhetsfaktorenes innvirkning på prosjektets kostnad samt kostnadselementenes usikkerhet, beregnes et Tornadodiagram.

Tunnelarbeider D&B

%	Faktor	Usikkerhet	
74,...	3. Anleggsgjennomføring	12,1%	62,2%
4,6%	8. Prosjektorganisasjon - kompetanse og kapasitet	1,4%	3,2%
4,5%	6. Kvalitet og vurdering av dokumentasjon	0,9%	3,7%
2,1%	Prosentsats rigg og drift	1,3%	0,8%
1,7%	IØB - Bergsikring	0,6%	1,1%
1,4%	FB - Bergsikring	0,5%	0,9%
1,3%	IØB - Vann og frostsikring	0,7%	0,6%
1,3%	Massetransport og deponi	0,6%	0,6%
1,3%	Uspesifiserte kostnader	0,7%	0,5%
0,9%	12. Teknologisk utvikling	0,6%	0,3%

Figur 53 Tornadodiagram D&B

Både kostnadselementer og usikkerhetsfaktorer påvirker usikkerhetsbildet for D&B. De tre øverst er alle usikkerhetsfaktorer, mens Prosentsats rigg og drift er den kostnadsposten som påvirker i størst grad. Videre vil de tre øverste usikkerhetsfaktorene utdypes ytterligere.

Ut ifra Figur 53 ser vi at anleggsgjennomføring utgjør en vesentlig usikkerhet i prosjektet og utgjør hele 74 prosent av usikkerheten i denne delen av prosjektet. Denne usikkerheten er knyttet til kompleksiteten med mange stuffer og ulike områder som inngår i D&B delen. Det er krevende logistikk i området og entreprenør vil ha begrensede riggområder til disposisjon. Hvordan arbeidet blir utført er påvirket av entreprenørens kompetanse og mulighet til å tilpasse seg forholdene. Det er blant annet diskutert å benytte metoden «Drill and Split» i området «Krysning under Ekebergtunnelen», og det er usikkerhet knyttet til hvor godt entreprenør kjenner denne metoden. På den andre siden kan entreprenøren vise seg å være flink til å koordinere og effektivisere de ulike oppgavene som inngår i D&B kontrakten.

Prosjektorganisasjonen påvirker prosjektets usikkerhet med cirka 5 prosent. Prosjektorganisasjonen er enda ikke helt på plass. 80- 90 prosent av organisasjonen skal være på plass innen 1.august. Det er høy grad av innleide og dette skaper usikkerhet knyttet til å beholde kontinuitet i prosjektorganisasjonen. JBV kan ikke gi samme myndighet til en innleid som til en fast ansatt i JBV, dette kan også være en utfordring for prosjektet. Tilgjengelig kompetanse i markedet vil også innvirke her, det er blant annet et stort behov for kompetanse innenfor ingeniørgeologi, noe det er mangel på i markedet.

Kvalitet og vurdering av dokumentasjon påvirker prosjektets usikkerhet med 4,5 prosent. Entreprenør blir gitt liten tid til å prosjektere og det skjer endringer tett opp mot anbudsutsendelse. Det er første gang JBV beskriver spesifikasjoner for EPC kontrakt, selv om prosjektledelsen har kjennskap til kontraktsformen, er det ingen referanseprosjekter med EPC å se til knyttet til jernbaneutbygging i JBV. Det kan oppstå uenigheter mellom byggherre og entreprenør knyttet til løsning ved at entreprenør tolker spesifikasjonene annerledes enn byggherre. I neste delkapittel vil tiltak for å redusere usikkerhet beskrives.

8.3.4 D&B - TILTAK FOR Å REDUSERE OG BEGRENSE USIKKERHET

I Tabell 21 er noen av de viktigste usikkerhetene og tiltak prosjektet kan gjøre for å begrense tiltakene beskrevet.

Tabell 21 Tiltak for å redusere og begrense usikkerhet D&B

Risiko/Usikkerhet	Tiltak for å redusere/begrense usikkerheten	Prosjektets mulighet til å påvirke
Prosjektorganisasjonen ○ Tilgang på fagressurser, inkludert rekruttering, erfaringsoverføring ○ Prioritering av ressurser innad i JBV og eksisterende knapphet på ressurser med jernbaneteknisk kompetanse ○ Ingeniørgeologisk kompetanse	• Igangsette forberedende arbeider med tilgjengelig personell i markedet. Undersøke i regionen hvilke ressurser som er tilgjengelige. Gi en orientering om forventet innleietidspunkt til bransjen. Dette slik at bransjen i god tid kan forberede seg på hvilke ressurser som er ønskelig. I et stramt marked er det få frie ressurser som venter på oppdrag. • Utarbeide tiltaksplan for etablering av prosjektorganisasjon om det viser seg at ressurstilgangen er vanskeligere enn antatt. Mulige tiltak: ▪ Forlenge gjennomføringstiden ▪ Omdisponere ressurser fra andre av JBV's prosjekter • Vurdere å igangsette utdanningsløp/omskolering av spesielt viktig kompetanse særlig innen elektrofagene.	Høy
Entreprenørens kompetanse ○ Kostnadsreduserende løsninger som gir gevinstrealisering ○ Produksjonsplanlegging med stikkord: ○ God fremdrift ○ God kvalitet ○ Ivaretakelse av ytre miljø og SHA	• Stille krav til entreprenørens erfaring og organisasjon i konkurransegrunnlaget. Evaluering av både pris og kompetanse vil kunne bidra til å velge det mest økonomisk fordelaktige tilbudet for byggherren. • Legge inn incentiver i konkurransegrunnlaget som fremmer kostnadsbesparende tiltak fra entreprenøren samt sikrer oppnåelse av delfrister og sluttfrist. Dette kan sikre prosjektet fremdrifts- og kvalitetsmessig samt ivareta både prosjektets og byggherrens omdømme. • Sørge for riktig kompetanse i byggherreorganisasjonen slik at byggherren til enhver tid legger til rette for at entreprenøren kan ha god gjennomføringsevne. Dette ved at byggherreleveranser og avklaringer skjer rettidig i prosjektet. • Avholde samarbeidsmøter/-konferanser der prosjektets leveranser og kvaliteter avklares ved oppstart av delprosesser, samt at det sikres felles forståelse av oppgaven og gjennomføringen av prosjektet.	Middels
Grunnforhold	• Større omfang av forundersøkelser. Utfordring å vite hva som er tilstrekkelig av undersøkelser slik at entreprenøren får et riktig bilde av situasjonen. • Nødvendige forunerøkelser under veis som sonderboring (ca 24m foran stuff). Dette gjør entreprenøren I større grad forberedt på hva som ventes av geologiske forhold fremover. Muliggjør planlegging av videre drift. • Injeksjonstest. Dette for å kontrollere /undersøke skjermutforming og reseptvalg som gir best resultat under gjeldende forhold i fjellet. Definere testområder på forhånd. Eksempelvis i adkomsttunneler. • Ha erfarne ingeniørgeologer både i byggherreorganisasjonen og hos entreprenøren • Bør ha norske arbeidere med relevant erfaring som kjenner de lokale forholdene	Middels/Lav

Risiko/Usikkerhet	Tiltak for å redusere/begrense usikkerheten	Prosjektets mulighet til å påvirke
Samhandling	• Etablere fora for relasjonsbygging mellom byggherre og entreprenør. Dette for å redusere utfordringer som ligger i ulikheter i kultur. • Kommunikasjon byggherre/entreprenør: Ukentlige møter som omhandler geologiske spørsmål og andre tekniske spørsmål.	Høy
Konsekvenser av utskiftinger av viktig kompetanse og kapasitet i byggherrens og entreprenørens organisasjonener	• Erfarne arbeidere hos byggherre • Må spørre byggherre dersom de bytter ut noen av sine arbeidere. Bøter ved unnlatelse av aksept. • Bevare kontinuitet i prosjekterende og ansvarlig personell for tekniske løsninger på byggeplass. • Besørge for at ekspertpersonell oppgitt i tilbudet er de som er tilgjengelig for prosjektet or entreprenør • Besørge tilstrekkelig størrelse på organisasjoner både hos entreprenør og byggherre for å sikre nødvendig kapasitet til å håndtere komplekse situasjoner. • Definerer kritiske parametre/rammebetingelser for entreprenør. Nødvendige grenseverdier som entreprenøren skal styre etter.	Høy
Tunneldriving: Kostnadskonsekvenser i nivå av effektivitet under driving, hvordan entreprenøren optimaliserer tunneldrivingen under gitte krav fra byggherren	• Mulighet for bonus dersom hovedkontrakten kan starte før • Muligheter for kostnadsoptimalisering. Ser på hvordan entreprenøren kan redusere kostnader og risiko. Deler de reduserte kostnadene 50/50 mellom byggherre og entreprenør. • Kontroll på toleranser i prosjektet, eksempelvis toleranse for segment geometri ved produksjon og montering. Dette for å sikre tette elementskjøter over tid.	Middels/Lav

8.3.5 D&B- KRITISKE SUKSESSFAKTORER OG FALLGRUVER

Tabell 22 Kritiske suksessfaktorer D&B

Suksessfaktorer	Tiltak for å oppnå
Sikre god kjennskap til og styring av det som blir en av Norges største samferdselskontrakter, i alle nivåer av prosjektorganisasjonen	• Aktivt benytte kontraktens styrende dokumenter i byggemøter og interne møter. • Sikre at alle i organisasjonen kjenner kontraktsdokumentet og interne KS-dokumenter, gjennom intern kursing og • oppfølging •

Suksessfaktorer	Tiltak for å oppnå
Ivareta grensesnittproblematikk mot TBM-entreprisen og IOS	• Sørge for å medta og ivareta all risiko med grensesnittutfordringer i kontrakt (konkurransegrunnlag) • Sørge for lik ordlyd i alle kontrakter slik at entreprenørene har lik forståelse av kontraktsgjennomføring i grensesnitt • Være konsistent og samkjørt i organisasjonen ved håndtering av spørsmål vedrørende grensesnitt • Bruk av felles kommunikasjonssystem, f.eks prosjekthotell •
Etablere kommunikasjonsplan med aktiv oppfølging av denne for å håndtere interessenter, spesielt i forhold til trafikkomlegging og støy	• En kommunikasjonsplan for håndtering av interessenter bør utarbeides • Informasjon bør distribueres i tide og være utformet slik at forhold i prosjektet ikke kommer overraskende på lokalbefolkningen •
Tilgang på kompetent personell, byggherrens prosjektorganisasjon	• Det er mangel på enkelte personellkategorier i markedet, dette gjelder særlig ingeniørgeologer, kontaktledningsmontører og skinnesveising. Kompetansekrav i anbudsdokumentene blir viktig. Rekruttering av personell til egen organisasjon er et annet mulig tiltak. Innen elektrofagene er omskolering mulig, men dette tar et par år og må i så fall gjennomføres tidlig. • Vurdere om prosjektet kan gjennomføre tiltak som gjør det enklere for internasjonal kompetanse å bidra. Økt tilgang til internasjonal kompetanse er også en sak for departementet og tilsynet. • Oppfølging entreprenør mht kvalitet • Opplæring av egen organisasjon i EPC-kontrakt • Sikre nødvendig kvalitet (materialer og løsninger) på gjennomført arbeid av entreprenøren. Dette for å unngå avvik som blir «for sent» å rette opp og som byggherren må leve med. • Sikre at nøkkelpersonell beholdes i anleggsfasen
Kartlegging av interessenter	• Ha god kontroll på prosjektets interessenter gjennom kvalitative interessentanalyser • Sørge for at grad av påvirkningsgrad er redusert/ivaretatt • Omforente avtaler spesielt med grunneiere som Statens vegvesen, VAV, eiere av oljelagre og andre
Løsninger	• Fremforhandlet avtaler om omforente løsninger, særlig ved kryssing under Ekebergtunnelen. • Omforente avtaler ved passering av oljelagre • Besørge at løsninger fra entreprenør er gjennomførbare i fht gjeldende regelverk
Avhending av tunnelmasser	• Deponier med god nærhet og kapasitet • Anvendelse/salg av masse

Suksessfaktorer	Tiltak for å oppnå
Sikre kompetent entreprenør	• God styring av grunnvannstanden • God samhandling internt • Respekterer norsk lovgivning og standarder • Respekterer byggherrens kontraktuelle krav og føringer • God fremdriftsstyring • Nødvendig bemanning under veis for å håndtere prosjektet • Setter arbeider med SHA og risikohåndtering høyt • Samme standard for underentreprenører som for totalentreprenør. Viktig med nær oppfølging av disse i fht kvalitet og sikkerhet (SHA). • Oppfølging av språk og kultur slik at sikkerhet ved prosjektet i alle ledd/faser sikres • Sikre at systemer vedr logistikk både på Åsland og i tunnel (til/fra) er optimale.
Gode tekniske løsninger/konkurransegrunnlaget	• Kontroll på passering av oljelager, veitunneler og andre installasjoner i Ekebergåsen, påhugg/betongkonstruksjoner Østfoldbanen • Angi nødvendige krav til kvalitet i konkurransegrunnlaget • Nødvendig omfang av informasjon til entreprenør
Insentivløsninger	• Kompensasjonsløsninger som bidrar til gevinst både for byggherre og entreprenør (50/50-deling) • EPC kontrakter med stor fleksibilitet på løsninger og nært samarbeid mellom byggherre og entreprenør (særlig i fht geologiens variasjoner og påvirkning på driften) • Kompensasjon ved oppnådd milepeler
Fremdriftsplan	• God koordinering mellom entreprisene, nødvendig slakk, avhengigheter

Tabell 23 Fallgruver D&B

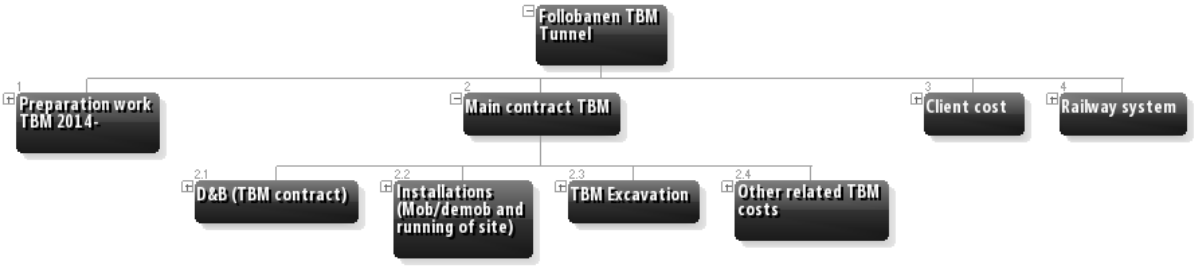
Fallgruve	Tiltak for å unngå
Byggherren gir fra seg kontrollen på sikringsomfang	• Geologi/prising. Fornuftig deling av risiko der byggherren i hovedsak tar ansvaret for grunnforholdene. Unngå at entreprenøren spekulerer i å sikre mindre enn behovet er.
Geologi og inndrift • Lavere inndrift enn forventet. Mer kompakt fjell enn hva kjerneboringer tilsier. Mindre oppsprekkingsgrad. • Uenighet om påkrevet sikringsomfang. Entreprenør sikrer mindre enn hva byggherren er komfortabel med. Entreprenøren ser på bolter og sprøytebetong som arbeidssikring og mener full utstøping skal benyttes som permanent.	• Kompensasjonsformat for endrede geologiske forhold. • Omforent enighet om vurdering av sikringsklasser basert på Q-metoden ved oppstart/under veis i prosjektet • Enighet om utstøpingens funksjon som ivaretakelse av membran som vannsikring. Dette selv om utstøpingen tar last.

EPC som kontraktsform • Byggherren styrer for mye. Blir ikke en totalentreprenør. Styrt totalentreprenør. Derved påtar byggherren seg risiko som entreprenøren utnytter.	• Sikre at alle i organisasjonen kjenner kontraktsdokumentet og interne KS-dokumenter, gjennom intern kursing og • oppfølging
Konkurransegrunnlaget/beskrivelsen • Treffer ikke markedet • Ufullstendig beskrivelse som gir rom for diskusjoner og krav. Uklarheter i beskrivelsen som gir «feil» i valgt løsning til entreprenør	• Gode markedsundersøkelser og erfaringsoverføring fra relevante og sammenlignbare prosjekter • Gjennomgang av beskrivelse fra ekstern rådgiver som ser prosjektet med «nye» briller.
Fremdriftsplan • Fremdriften for en entreprise sprekker mye slik at dette får konsekvenser for andre entrepriser • Forsinkelser gjør at totalbrudd blir forskjøvet. Medfører økte kostnader og forsinkelser.	• Sørge for nødvendig slakk i milepeler i den entreprise som kan forårsake problemer for den tilgrensende • Besørge nødvendig robusthet i milepeler som gir avhengigheter mot tidspunkt for totalbrudd. Benytte høye dagmulkter for milepeler.
Naboer/interessenter/politisk innflytelse • Interessenter påvirker arbeidstid og løsninger. Dette medfører forsinkelser for prosjektet	• Ha god kontroll på prosjektets interessenter gjennom kvalitative interessentanalyser. Sørge for at påvirkningsgrad er redusert/ivaretatt. • Avholde hyppige nabomøter for å sikre god og oppdatert informasjonsflyt.

8.4 TBM

8.4.1 TBM - PROSJEKTNEDBRYTNINGSSTRUKTUR

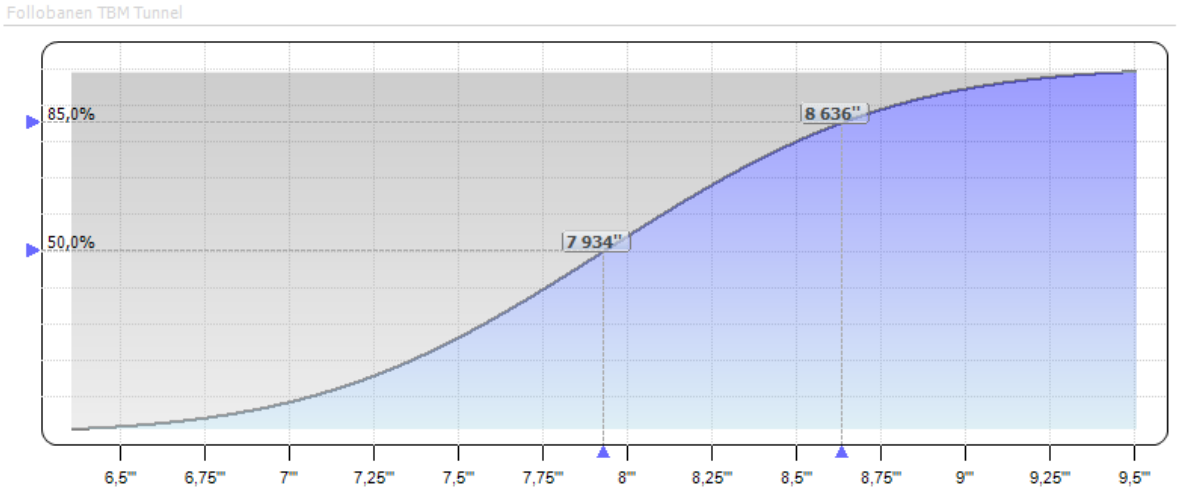
Prosjektets nedbrytningsstruktur (PNS) på overordnet nivå vises i Figur 54. Komplett PNS fremstilles i Vedlegg 9.



Figur 54 PNS TBM

8.4.2 TBM - AKKUMULERT SANNSYNLIGHETSKURVE

Basert på analysen er det avledet en sannsynlighetskurve (S-kurve) vist i Figur 55 under. Kurven beskriver hvilken forventet totalkostnad en kan regne med å gjennomføre prosjektet innen (x-aksen), for en gitt sannsynlighet (y-aksen) (for videre vurderinger i rapporten er det rundet av til nærmeste million).

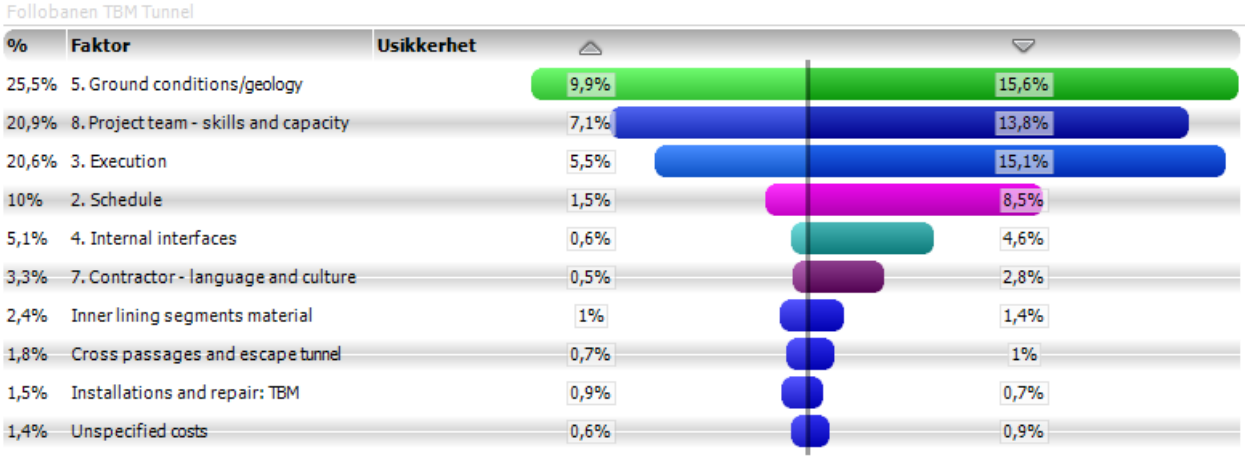


Figur 55 Akkumulert sannsynlighetskurve TBM

S-kurven viser at det er 50 prosent sannsynlighet for at kostnaden ikke vil overstige 7934 mill. kr, og 85 prosent sannsynlighet for at kostnadene ikke vil overstige 8636 mill. kr.

8.4.3 TBM - ANALYSE AV USIKKERHETSBILDE

Basert på usikkerhetsfaktorenes innvirkning på prosjektets kostnad samt kostnadselementenes usikkerhet, beregnes et Tornadodiagram. Alle usikkerhetsfaktorer vurderes til å påvirke øverste nivå i PNS'en.



Figur 56 Paretodiagram TBM

Kostnadselementers usikkerhet og usikkerhetsfaktorer bidrar til usikkerhetsbildet. For TBM domineres usikkerhetsbildet av usikkerhetsfaktorer (de seks øverste faktorene i Tornadodiagrammet er usikkerhetsfaktorer). Resultatet fra Tornadodiagrammet viser at Usikkerhetsfaktorene er høyreskjeve. Det vil si at den prosentvise kostnadsøkningen(til høyre) er større en den prosentvise kostnadsreduksjonen(til venstre).

Det kan leses ut fra tornadodiagrammet at Grunnforhold(Ground condition/geology) utgjør den største usikkerheten for TBM. Det kan forklares av de store kostnadskonsekvensene dersom entreprenøren krever lengere drivetid på grunn av krevende geologiske forhold, som ikke er identifisert av forundersøkelser gjennomført av byggherren. Med en antatt produksjonskostnad på 90 mill. kr per måned vil en 5 måneders utsettelse av drivetiden føre til en kostnadsøkning på 450 mill. kr. På den andre siden kan faktoren ha en kostnadsreduserende effekt dersom entreprenøren klarer å gjennomføre TBM-drivingen raskere enn antatt, basert på forventede geologiske forhold.

Prosjektorganisasjonen (Project team – skills and capacity) er en annen faktor som utgjør en stor usikkerhet for TBM. Det kan begrunnes i store kostnadskonsekvenser knyttet til kompetansen tilgjengelig, kommunikasjonsferdigheter, prosjektrutiner og nivå av kontinuitet.

En tredje faktor som utgjør en stor usikkerhet for TBM er anleggsgjennomføring(Execution). For denne faktoren er det antatt stor kostnadskonsekvens dersom kvaliteten på segmentliningen og montering ikke er tilfredsstillende. Faktoren kan føre til en kostnadsreduksjon dersom entreprenøren priser seg lavere enn antatt. I tillegg kan optimalisert produksjonsgjennomføring av entreprenøren redusere totalkostnaden.

Fra tornadodiagrammet kan det leses at Fremdriftsplan(Schedule) utgjør den fjerde største usikkerheten for TBM. Usikkerheten i denne faktoren ligger i mulig forsinkelse av forberedende arbeider, som kan føre til utsettelse av oppstart for hovedarbeidene. Usikkerhet er og knyttet til leveransedato av hovedarbeidene for TBM.

8.4.4 TBM - TILTAK FOR Å REDUSERE OG BEGRENSE USIKKERHET

I Tabell 24 er noen av de viktigste usikkerhetene og tiltak prosjektet kan gjøre for å begrense tiltakene beskrevet.

Tabell 24 Tiltak for å redusere og begrense usikkerhet TBM

Usikkerhet/kostnadselement	Tiltak	Prosjektets mulighet til å påvirke
Grunnforhold	• Større omfang av forundersøkelser. Utfordring å vite hva som er tilstrekkelig av undersøkelser slik at entreprenøren får et riktig bilde av situasjonen. • Sonderboring fra TBM (18-100 meter). Dette gjør entreprenøren i større grad forberedt på hva som ventes av geologiske forhold fremover. Muliggjør planlegging av videre drift. • Geofysiske undersøkelser. Kan gi mer informasjon om geologiske forhold. • Injeksjonstest. Dette for å kontrollere /undersøke skjermutforming og reseptvalg som gir best resultat under gjeldende forhold i fjellet. Definere testområder på forhånd. Eksempelvis i adkomsttunneler eller øvrige tunneler drevet med D&B ved Åsland. • Ha erfarne ingeniørgeologer både i byggherreorganisasjonen og hos entreprenør • Bør ha norske arbeidere med relevant erfaring som kjenner de lokale forholdene	Middels
Samhandling	• Etablere fora for relasjonsbygging mellom byggherre og entreprenør. Dette for å redusere utfordringer som ligger i ulikheter i kultur. • Kommunikasjon byggherre/entreprenør: Ukentlige møter som omhandler geologiske spørsmål og andre tekniske spørsmål.	Stor

Usikkerhet/kostnadselement	Tiltak	Prosjektets mulighet til å påvirke
Konsekvenser av utskiftinger av viktig kompetanse og kapasitet i byggherrens og entreprenørens organisasjonener	• Personell med lang og relevant erfaring hos byggherren • Må spørre byggherre dersom de bytter ut noen av sine arbeidere. Bøter ved unnlatelse av aksept. • Bevare kontinuitet i prosjekterende og ansvarlig personell for tekniske løsninger på byggeplass. • Besørge for at ekspertpersonell oppgitt i tilbudet er de som er tilgjengelig for prosjektet or entreprenør • Besørge tilstrekkelig størrelse på organisasjoner både hos entreprenør og byggherre for å sikre nødvendig kapasitet til å håndtere komplekse situasjoner. • Definerer kritiske parametere/rammebetingelser for entreprenør. Nødvendige grenseverdier som entreprenøren skal styre etter. • Vurdere modeller som skaper gevinster for begge parter, «Partnership model».	Stor
Tunneldriving: Kostnadskonsekvenser i nivå av effektivitet under driving, hvordan entreprenøren optimaliserer tunneldrivingen under gitte krav fra byggherren	• Mulighet for bonus dersom hovedkontrakten kan starte før. • Muligheter for kostnadsoptimalisering. Ser på hvordan entreprenøren kan redusere kostnader og risiko. Deler de reduserte kostnadene 50/50 mellom byggherre og entreprenør. • Kontroll på toleranser i prosjektet, eksempelvis toleranse for segment geometri ved produksjon og montering. Dette for å sikre tette elementskjøter over tid.	Middels
Fremdrift: Kostnadskonsekvenser ved hendelser som ikke er forutsatt i kostnadsestimatet: sammenbrudd i utstyr, trafikkproblemer, forsinkelser i forberedende arbeider, elementer som medfører mer enn 6mnd forsinkelse på TBM	• Massetransporten. Logistikk utfordringer. • Reguleringsplanen på Åsland godkjennes. • Installasjonstiden kan være kritisk. Kan ta 1,5 år. Konflikt mellom installasjon og produksjon. 4 måneder installasjon per tbm må påberegnes. Logistikkproblemer. Flere tbmer øker konflikten. Starte med installasjonen av den første tbm tidligere enn etter 14 måneder. • Mulig optimalisering ved erfaring av installasjonen for tbm 1,2,3 • Utfordringer dersom deler til TBM er svært forsinket. Muligheter for fleksibilitet evalueres.	Middels

8.4.5 TBM - KRITISKE SUKSESSFAKTORER OG FALLGRUVER

Tabell 25 Kritiske suksessfaktorer TBM

Kritisk suksessfaktor	Tiltak for å oppnå
Kontroll på grunnvannstand	• Nødvendig antall grunnvannsbrønner. Tett oppfølging av entreprenør. • Enighet om sårbare soner. Entreprenøren utarbeider injeksjonsplan
Stille relevante krav til entreprenør for å sikre god prosjektstyring	• God styring av grunnvannstanden • God samhandling internt • Respekterer norsk lovgivning og standarder • Respekterer byggherrens kontraktuelle krav og føringer • God fremdriftsstyring • Nødvendig bemanning under veis for å håndtere prosjektet • Setter arbeider med SHA og risikohåndtering høyt • Samme standard for underentreprenører som for totalentreprenør. Viktig med nær oppfølging av disse i fht kvalitet og sikkerhet (SHA). • Oppfølging av språk og kultur slik at sikkerhet ved prosjektet i alle ledd/faser sikres • Sikre at systemer vedr logistikk både på Åsland og i tunnel (til/fra) er optimale.
Avhending av tunnelmasser	• Klart definerte deponiløsninger som fungerer. Siker prosjektet løsning som er gjennomførbar. Entreprenør står fritt til å velge løsning. • Anvendelse/salg av masse. Muligheter for potensiell gevinst.
Geologi og inndrift	• Uenighet om påkrevet sikringsomfang: God dialog for å sikre enighet om nødvendig sikringsomfang. Enighet om filosofi vedr tunnelsikring. Full utstøping er i utgangspunktet beskyttelse av membranen (vannsikring). • Strukturstøy: Overenskomst om nivå og område for påvirkning lokalt av strukturstøy. • Entreprenøren følger opp avtalt regime for å holde grunnvannsstand på riktig nivå.
EPC som kontraktsform	• Prosjektet utnytter de muligheter som kostnadsoptimaliserer utbyggingen ved EPC. Byggherre og entreprenør drar i samme retning og risiko fordelingen er riktig for gjennomføringen.
Fremdriftsplan	• Entreprenøren styrer på fremdrift slik at kritiske milepeler nås. • Forsinkelser gjør at totalbrudd blir forskjøvet. Medfører økte kostnader og forsinkelser.

Kritisk suksessfaktor	Tiltak for å oppnå
Teknisk utstyr/materialvalg: Dører til tverrforbindelser Tog med/uten trykkabin Pakninger mellom liningelementer Tykkelse på liningelementer	• Benytter løsninger som er robuste og som er godt utprøvde. Sikrer høy kvalitet på leveranse av dører iht kontraktens beskrivelse. • Byggherren beskriver tog som er tilpasset utforming av tunneler og som sikrer nødvendig komfort for passasjerer. • Byggherren beskriver løsninger for vanntetting mellom elementer som har dokumentert langtidsstabilitet. • Byggherrens prosjekterende har beregnet elementtykkelse med riktige sikkerhetsfaktorer. Dette sikrer god stabilitet på liningelementer og ivaretar 100 års levetid på anlegget.
Arbeidstid	• Myndighetene tillater utvidet arbeidstid i den grad prosjektet forskutterer/entreprenøren forutsetter.
Logistikk	• Entreprenøren gjennomfører sitt logistikksystem innenfor planlagt løsning og innenfor budsjett. Planen er tilstrekkelig robust slik at den takler uforutsette forhold som medfører varierende grad av heftelser. • Byggherren sikrer at entreprenøren opererer med utstyr av god kvalitet. Dette medfører høy kapasitet på massetransport med god stabilitet i driftssituasjon.

Tabell 26 Fallgruver TBM

Fallgruve	Tiltak for å unngå
Geologi og inndrift	• Lavere inndrift enn forventet. Mer kompakt fjell enn hva kjerneboringer tilsier. Mindre oppsprekkingsgrad. Besørge god dialog og benytte kontraktens kompensasjon for endrede driveforhold i fht hva forundersøkelsene skulle tilsi. • Fjellet gir større slitasje på kuttere enn hva kvartsinnholdet skulle tilsi. Benytte kontraktens kompensasjon ved endrede grunnforhold. • Uenighet om påkrevet sikringsomfang. Entreprenør sikrer mindre enn hva byggherren er komfortabel med. Entreprenøren ser på bolter og sprøytebetong som arbeidssikring og mener full utstøping skal armeres og være hovedelement som bærer fjellet (ulik filosofi vedr tunnelsikring byggherre/entreprenør). God dialog for å sikre enighet om nødvendig sikringsomfang. Enighet om filosofi vedr tunnelsikring. • Annet nivå på strukturstøy enn forventet, gir restriksjoner i fht drivetid (naboklager). Sørge for at naboer som plages i høy grad får alternativ bopel/hotell. • Setningsskader på bebyggelse grunnet manglende tiltak i setningsømfintlige områder (NB! Omdømme til JBV: Entreprenøren prioriterer fremdrift og betaler seg ut av skadeomfang. Sørge for kontinuerlig oppfølging av grunnvannstanden gjennom etablert program. Enighet med entreprenøren at skader på ikke bygninger ikke aksepteres. Benytte i stor grad kontraktens adgang til bøter. Veilede entreprenøren slik at planlagt oppfølging følges.

Fallgruve	Tiltak for å unngå
EPC som kontraktsform	• Byggherren styrer for mye. Blir ikke en totalentreprenør. Styrt totalentreprenør. Derved påtar byggherren seg risiko som entreprenøren utnytter.
Konkurransegrunnlaget/ beskrivelsen	• Treffer ikke markedet. • Ufullstendig beskrivelse som gir rom for diskusjoner og krav • Upresis beskrivelse som gir «feil» i valgt løsning til entreprenør
Grensesnitt mellom entreprisene	• Jernbaneteknikk: system som ikke snakker sammen
Fremdriftsplan	• Fremdriften for en entreprise sprekker mye slik at dette får konsekvenser for andre entrepriser • Forsinkelser gjør at totalbrudd blir forskjøvet. Medfører økte kostnader og forsinkelser.
Arbeidstid	• Myndighetene tillater ikke utvidet arbeidstid i den grad prosjektet forskutterer/entreprenøren forutsetter. Sørge for tilstrekkelig robusthet/slakk i milepeler for prosjektene slik at tilgrensende entrepriser ikke blir skadelidende ved forsinkelser på TBM-entreprisen.
Logistikk	• Problemer med teknisk utstyr som reduserer transportkapasiteten ut av tunnel ved 4 TBM. Krav fra entreprenør vedr utforming av adkomsttunneler, utforming riggområde, påstander om for lite plass til massehåndtering på Åsland (grunnet byggherrens valg av 4 TBM), kapasitet ut av Åsland samtidig med logistikk inne på området.
Teknisk utstyr/materialer: Dører til tverrforbindelser Tog uten trykkabin Pakninger mellom liningelementer	• Lav/uhensiktsmessige kvalitet. Medfører utskifting og en kostnad byggherren må selv bære grunnet mangler ved beskrivelsen. • Tog tåler ikke trykkvariasjoner som reduserer komfort. Bytte tog eller redusere på hastigheten. Avklares før avtale om innkjøp av tog. • Pakninger mellom liningelementer holder ikke mål. Lekkasjer oppstår i driftsperioden av omfattende grad. Gir problemer for utstyr. Kontroll av langtidsstabilitet på pakninger valgt for prosjektet. Sørge for kontinuerlig materialprøving av pakninger på anlegget.
Skade på TBM-maskin	• Gjennomgå ulike scenarier på forhånd ved utvelgelse av entreprenør. Dette for å se på leveringstider av reservedeler. • Ved brann på maskin: Ved utvelgelse av entreprenør gjennomgås entreprenørens prosedyrer for å håndtere hendelser og hvordan entreprenøren vil løse slike forhold. Gode og realistiske prosedyrer øker muligheten for god håndtering av hendelsen.

8.5 DAGSONE OG SKI STASJON

8.5.1 SKI - PROSJEKTNEDBRYTNINGSSTRUKTUR

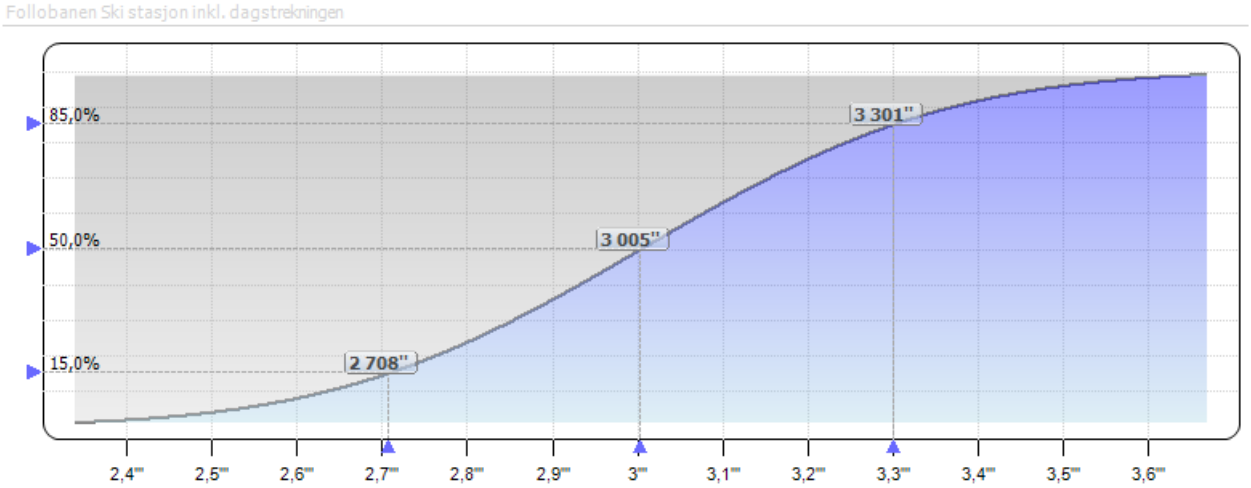
Prosjektets nedbrytningsstruktur (PNS) på overordnet nivå vises i Figur 57.

Figur 57 Prosjektnedbrytningsstruktur Ski

Hvert delområde, henholdsvis Dagsone og Ski stasjon, er igjen delt opp i grunnarbeid, konstruksjon og veier, men noen variasjoner for hver av delområdene. Langhus-Ski har en tilleggspost for tunneler og på Ski stasjon er det en tilleggspost for tekniske anlegg i grunn, samt at konstruksjoner er delt inn i flere underposter. I forhold til grunnkalkylen EKS mottok fra prosjektet utgjør posten tekniske anlegg i grunn summen av postene Grøfter, kummer og rør (VA) og *Fundament og banelegeme*. I tillegg kommer miljøtiltak, rivning og bygg. Også her har EKS brutt ned kostnadene noe annerledes enn prosjektet ved at disse postene er samlet i en felles kostnadsposter for begge delområdene. Komplett PNS er vist i Vedlegg 10.

8.5.2 SKI - AKKUMULERT SANNSYNLIGHETSKURVE

Basert på analysen er det avledet en sannsynlighetskurve (S-kurve) vist i Figur 58 under. Kurven beskriver hvilken forventet totalkostnad en kan regne med å gjennomføre prosjektet innen (x-aksen), for en gitt sannsynlighet (y-aksen) (for videre vurderinger i rapporten er det rundet av til nærmeste million).

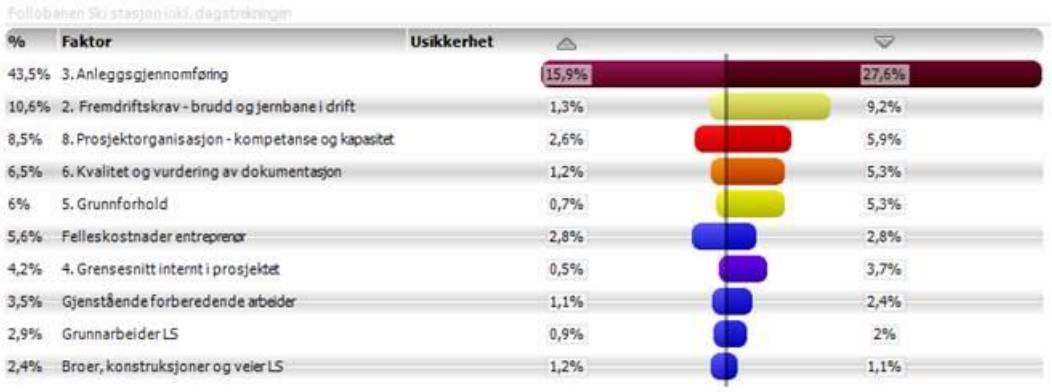


Figur 58 Akkumulert sannsynlighetskurve (S-kurve) i mill. kr prisnivå 2013

S-kurven viser at det er 50 prosent sannsynlighet for at kostnaden ikke vil overstige 3005 mill. kr, og 85 prosent sannsynlighet for at kostnadene ikke vil overstige 3001 mill. kr.

8.5.3 SKI - ANALYSE AV USIKKERHETSBILDE

Basert på usikkerhetsfaktorenes innvirkning på prosjektets kostnad samt kostnadselementenes usikkerhet, beregnes et Tornadodiagram. Alle usikkerhetsfaktorer vurderes til å påvirke hele PNS'en, med unntak av usikkerhetsfaktorene *Kvalitet og vurdering av dokumentasjon* og *Entreprenør – språk og kultur* som vurderes til å bare påvirke hovedentreprisen.



Figur 59 Tornadodiagram Ski

Usikkerhetsbildet for delprosjektet Ski domineres av usikkerhetsfaktorer. Usikkerhetsfaktorene er alle sammen høyreskjeve, i større eller mindre grad.

Anleggsgjennomføring er den dominerende usikkerhetsfaktoren, mens Fremdriftskrav – brudd og jernbane i drift, Prosjektorganisasjon – kompetanse og kapasitet og Kvalitet og vurdering av dokumentasjon utgjør hoveddelen av den resterende usikkerheten.

Usikkerhetsfaktoren *Anleggsgjennomføring* utgjør 43,5 prosent av delprosjektets usikkerhet. EKS oppfatter at Anleggsgjennomføringens dominans i usikkerhetsbildet henger sammen med at store deler av organisasjonen har omfattende kompetanse og erfaring med tradisjonell entreprisegjennomføring (Banedivisjon, drift og sikkerhetsgodkjenning o.l.), men liten eller ingen erfaring med EPC-kontrakter i den sammenhengen. Organisasjonen vet hvor krevende det kan være med anleggsdrift, når man må forholde seg til bruddperioder og jernbane i drift, og hvor avhengig man er av en tett og god dialog med de andre instansene i JBV. Imidlertid er det en risiko for at EPC-kontraktør ikke klarer å håndtere dette grensesnittet på en god måte. På en annen side er det gode muligheter for at EPC-kontraktøren kan være mer effektiv og «oppfinnsom» enn en tradisjonell hovedentreprenør/byggherre konstellasjon, og på den måten gi mulighet for en rimeligere utførelse, samt lavere forseringskostnader. Det er derfor en stor risiko knyttet til anleggsgjennomføring, samtidig som det også er et stort potensiale på oppsiden. Utfallet avhenger av hvor god entreprenøren er til å finne «smarte» løsninger.

Samtidig er det en sammenheng mellom kvaliteten på *Anleggsgjennomføringen*, entreprenørens håndtering av *Fremdriftskrav – brudd og jernbane i drift*, prosjektets evne til å presentere et tilbudsgrunnlag av god kvalitet (*Kvalitet og vurdering av dokumentasjon*) og *Prosjektorganisasjonen – kompetanse og kapasitet*. Hvor vellykket anleggsgjennomføringen vil bli er i stor grad avhengig av de tre andre faktorene nevnt ovenfor.

Usikkerhetsfaktoren *Fremdriftskrav – brudd og jernbane* i drift utgjør 10,6 prosent av den totale usikkerheten i delprosjektet. Erfaringsmessig har ikke entreprenøren god nok forståelse for viktigheten av å rekke/fokusere på brudd og brudd-arbeidene. Dette kan i verste tilfellet medføre at delprosjektet ikke treffer sommerbruddet i fase 30. Hele prosjektet vil da bli 1 år forsinket.

Usikkerhetsfaktorene *Prosjektorganisasjonen* utgjør 8,5 prosent av den totale usikkerheten i delprosjektet. Det er usikkerhet knyttet til kontinuiteten i prosjektorganisasjonen da det er mange innleide på Ski. Flere resurser i organisasjonen har bare kontrakt på 4 år og vil være ute av organisasjonen før EPC'n starter. Dette kan resultere i begrenset kontinuitet i organisasjonen og oppbygning av en organisasjon som både har kunnskap om jernbane og erfaring med EPC/oppfølging av EPC. Krysskommunikasjonen mellom de som kan jernbane og de som kan EPC kan skaper noen utfordringer. PSA'n kan dekke opp noe for kontinuiteten i organisasjonen. En fordel for Ski er at prosjektet har tid til å få på plass en god organisasjon/kombinasjon av kompetanse, samt trimme/teste organisasjonen gjennom de forberedende arbeidene. Imidlertid er ikke organisasjonen på plass enda.

Kvalitet og vurdering av dokumentasjon er avgjørende for hvor mye grunnlag det er for entreprenøren å komme med endringskrav. Denne usikkerhetsfaktoren utgjør 6,5 prosent av delprosjektets

usikkerhet. Det er en ny situasjon for prosjektet å skulle utforme kravspesifikasjoner til EPC'er, i tillegg til at det skal være på engelsk. Kostnadskonsekvensen av varierende kvalitet på og varierende forståelse av prosjektets dokumentasjon er ikke mindre ved EPC, enn ved vanlig utførelseskontrakt. Fordelen for delprosjektet på Ski er at deres underlag skal sist ut i markedet slik at det delprosjektet kan dra noen effekter av de andre delprosjektene. Hvis kvaliteten på dokumentasjonen virkelig er god økes sannsynligheten for at entreprenøren kommer opp med bedre løsninger jfr. usikkerhetsfaktoren *Anleggsgjennomføring*.

Grunnforhold utgjør 6 prosent av delprosjektet usikkerhet. Grunnforholdene i området er varierende, men ikke spesielt vanskelige. Kvikkleire kan være relativt ukjent for noen aktører.

Kostnadsposten med størst estimatusikkerhet er *Felleskostnader entreprenør* og er venstreskjev.

8.5.4 SKI - TILTAK FOR Å REDUSERE OG BEGRENSE USIKKERHET

Prosjektet jobber kontinuerlig for å ha oversikt over samt redusere usikkerheten i prosjektet. Delprosjektet har allerede redusert fremdriftsrisikoen ved at noen arbeider er skilt ut til egne entrepriser (forberedende arbeider). Et annet tiltak for å reduseres usikkerhet er at delprosjektet planlegger å legge føringer i hovedkontrakten for gjennomføring av hovedfasene.

I gruppeprosessen og i bearbeidelsen av informasjonen fra gruppeprosessen har EKS kommet frem til ytterligere tiltak for som vil kunne bidra til å minimere/redusere/eliminerer usikkerheter. Dette presenteres i Tabell 27.

Blant usikkerhetene som fremgår av tornadodiagrammet er det variasjon i hvilken grad prosjektet kan ha innvirkning på enkeltelementene. Noen kan påvirkes i stor grad, som for eksempel prosjektorganisasjon, mens andre er bestemt av ekstern forhold og mekanismer og kan i mindre grad påvirkes av prosjektet. Det angis i samme tabell som anbefalte tiltak i hvilken grad prosjektet har en reell mulighet til å påvirke usikkerheten.

Tabell 27 Topp 5 i tornadodiagrammet, tiltak og usikkerhetsmomentenes grad av påvirkningskraft

Usikkerhet/kostnadselement	Tiltak	Prosjektets mulighet til å påvirke
Anleggsgjennomføring	• Sikre god konkurranse slik at entreprenøren avdekker de smarte løsningsvalgene allerede i anbudsfasen • Legge til rette for at entreprenøren skal få en mer effektiv gjennomføring i bruddfasene • Levere nødvendig dokumentasjon tidsnok til entreprenør slik at det ikke blir forsinkelser jfr. usikkerhetsfaktoren Kvalitet og vurdering av dokumentasjon.	Middels
Fremdriftskrav – brudd og jernbane i drift	• I konkurransegrunnlaget synliggjøres hvilke krav som stilles til kapasitet og rettidig utførelse i forhold til bruddperioder og jernbane i drift. Det vil si sikre at entreprenøren får en forståelse for viktigheten av å rekke brudd og brudd-arbeid, herunder sikre at entreprenøren treffer sommerbruddet fase 30. • Jobbe med entreprenøren for å få dem til å forstå kompleksiteten i brudd • Bidra til en god kommunikasjon mellom entreprenør og driftsansvarlige instanser i JBV, inklusive kvalitets-/ sikkerhetsgodkjenning.	Høy

Usikkerhet/kostnadselement	Tiltak	Prosjektets mulighet til å påvirke
Prosjektorganisasjon – kompetanse og kapasitet	• Kontinuitet i prosjektorganisasjonen • Bemanne egen organisasjon med nødvendig kompetanse og kapasitet for å kunne bistå og kontrollere entreprenøren i disse sakene • Testet organisasjonen. Bruke forberedende arbeider til å trimme organisasjonen med tanke på systemer og rutiner til EPC. • Synliggjøre behovet for kapasitet i andre deler av JBV som prosjektet er avhengig av, for å gjennomføre i henhold til plan.	Høy
Kvalitet og vurdering av dokumentasjon	• Formidle til entreprenøren i tilbudsgrunnlaget hvor viktig det er å følge fremdriftsplaner og forholde seg til planlagte brudd og begrensninger for anleggsdriften på grunn av jernbane i drift jfr. usikkerhetsfaktoren Fremdriftskrav • Dokumentene må gi entreprenørene de «riktige» og tilstrekkelige opplysninger slik at de allerede på tilbudsstadiet kan finne «smarte» og kostnadseffektive løsninger jfr. usikkerhetsfaktoren Anleggsgjennomføring • Tilbudsgrunnlaget må stille krav til entreprenørens prosjekteringsorganisasjon med hensyn på samhandling, kommunikasjon og kontinuitet.	Høy
Grunnforhold	• Vesentlig å synliggjøre omfanget av nødvendige tiltak, og kapasiteten som kreves for å gjennomføre de forskjellige tiltakene innenfor gitte tidsrom. • Overvåking av poretrykk med hensyn på tiltak for å forhindre setningsskader er også viktig. • Klargjøre ansvarsforhold og risikofordeling mellom JBV og entreprenør i forbindelse med nye funn/ytterligere informasjon om grunnforholdene. Gjelder også kostnaden av evt. å måtte gjøre andre tiltak. • Avklare ansvarsforhold/risikofordeling med tanke på setningsproblematikk over tid	Lav

8.5.5 SKI - KRITISKE SUKSESSFAKTORER OG FALLGRUVER

Table 1 Kritiske suksessfaktorer Ski

Kritisk suksessfaktor	Tiltak for å oppnå
Nå brudd for å overholde fremdriftsplanen	• I konkurransegrunnlaget synliggjøres hvilke krav som stilles til kapasitet og rettidig utførelse i forhold til bruddperioder og jernbane i drift. • Formidle til entreprenøren i tilbudsgrunnlaget hvor viktig det er å følge fremdriftsplaner og forholde seg til planlagte brudd og begrensninger på grunn av jernbane i drift • Synliggjøre behovet for kapasitet i andre deler av JBV som prosjektet er avhengig av, for å gjennomføre i henhold til plan. • God kommunikasjon mellom entreprenør og driftsansvarlige instanser i JBV, inklusive kvalitets-/ sikkerhetsgodkjenning
Tilstrekkelig oppfølging av entreprenør for å sikre kvalitet på leveranse	• Bemanne egen organisasjon med nødvendig kompetanse og kapasitet for å kunne bistå og kontrollere entreprenøren • Kontinuitet i egen organisasjon
Effektiv anleggsgjennomføring	• Sikre kvalitet i tilbudsgrunnlag, herunder «riktige» og tilstrekkelige opplysninger, samt insentiver til entreprenør for å finne «smarte» og kostnadseffektive løsninger

Tabell 28 Fallgruver Ski

Fallgruve	Tiltak for å unngå
Upresis og/eller ufullstendig definisjon av leveransen/funksjon, spesielt hvor JBV og leverandør har ulike interesser.	• Ta lærdom av de øvrige EPc'ene med tanke på utforming av tilbudsgrunnlag (sikre kvalitet i tilbudsgrunnlaget) • Sikre at det er riktige insentiver for entreprenør i tilbudsgrunnlaget
Lite oppfølging av kontrakten og i etterkant av kontrakten	• Bemanne egen organisasjon med nødvendig kompetanse og kapasitet for å kunne bistå og kontrollere entreprenøren • Kontinuitet i egen organisasjon • Ta tilstrekkelig lærdommer fra forberedende arbeider, samt øvrige EPC'er i Follobane prosjektet
Rekker ikke sommerbrudd i fase 30	• Se tiltak for suksessfaktoren «Nå brudd for å overholde fremdriftsplanen»

8.6 JERNBANETEKNIKK

8.6.1 JBT - PROSJEKTNEDBRYTNINGSSTRUKTUR

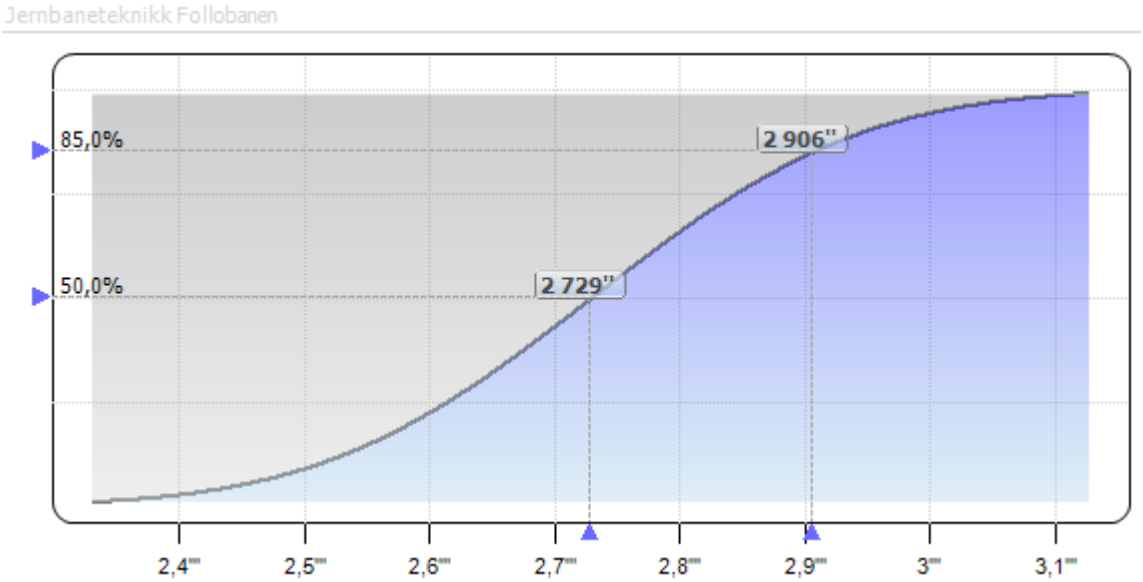
Prosjektnedbrytningsstruktur (PNS) for Jernbaneteknikk på overordnet nivå vises i figuren under.

Figur 60 Prosjektnedbrytningsstruktur Jernbaneteknikk

Hvert område/delprosjekt er igjen delt opp i Overbygning, Elektro og Felleskostnader entreprenør. Komplett PNS er vist i Vedlegg 11.

8.6.2 JBT - AKKUMULERT SANNSYNLIGHETSKURVE

Basert på analysen er det avledet en sannsynlighetskurve (S-kurve) vist i figuren under. Kurven beskriver hvilken forventet totalkostnad en kan regne med å gjennomføre prosjektet innen (x-aksen), for en gitt sannsynlighet (y-aksen) (for videre vurderinger i rapporten er det rundet av til nærmeste million).

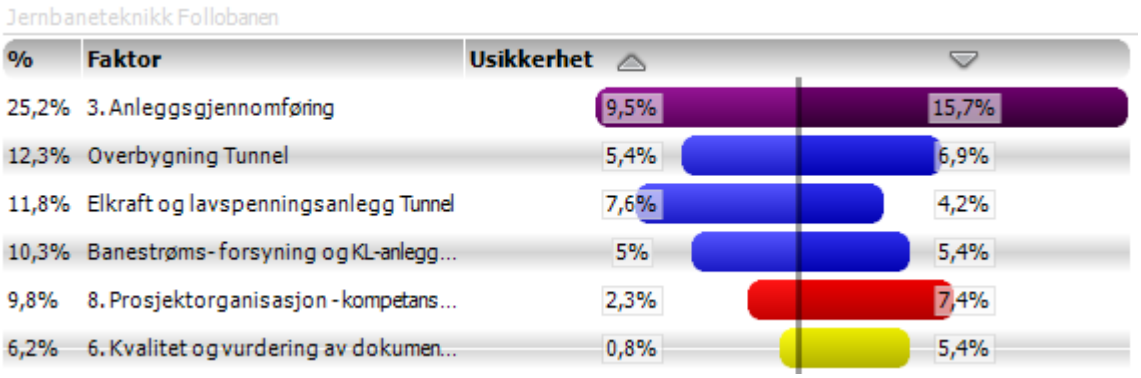


Figur 61 S-kurve Jernbaneteknikk

S-kurven viser at det er 50 prosent sannsynlighet for at kostnaden ikke vil overstige 2 729 mill. kr, og 85 prosent sannsynlighet for at kostnadene ikke vil overstige 2 906 mill. kr.

8.6.3 JBT - ANALYSE AV USIKKERHETSBILDE

Basert på usikkerhetsfaktorenes innvirkning på prosjektets kostnad samt kostnadselementenes usikkerhet, beregnes et Tornadodiagram.



Figur 62 Tornadodiagram Jernbaneteknikk

Anleggsgjennomføring for Jernbaneteknikk utgjør omtrent 25 prosent av prosjektets usikkerhet. Gjennomføring i faser gjør det vanskelig for entreprenøren å få en mer effektiv gjennomføring, og det er sannsynlig at entreprenøren ber om flere tillegg i et så komplekst og omfattende prosjekt. Det er ikke sikkert entreprenøren ser mulighet for optimalisering av løsninger, særlig ikke i tidlig fase slik at prosjektet kan få gevinst. Sannsynligvis vil det være mange ulike språk blant arbeidere på anlegget slik at kommunikasjon kan føre til misforståelser.

Som det fremkommer i diagrammet er det stor prisusikkerhet for jernbanetekniske anlegg i Tunnel, for henholdsvis Overbygning, Banestrømforsyning og KL-anlegg, samt Elkraft og lavspenningsanlegg. Dette er på grunn av at Jernbaneverket har få sammenlignbare prosjekter, og det er vanskelig å få sammenlignbare priser fra tilsvarende prosjekter i Europa. Nylig utførte undersøkelser av enhetspriser for fastspor har vist betydelig høyere priser enn hva prosjektet har kalkulert, og det er usikkert hvor høye kostnadene kan bli. For Elkraft og lavspenningsanlegg er det større muligheter som kan bidra til å redusere kostnadene.

Det er stor usikkerhet knyttet til *Fremdriftskrav – brudd og jernbane i drift* selv om dette ikke kommer høyest opp på tornadodiagrammet. Grunnen til dette er at det ikke satt på toppen og samlet påvirker hele prosjekt, men fordelt på hvert delprosjekt. Det en lavere usikkerhet knyttet til dette For delprosjekt Tunnel er enn for Innføring Oslo S og Dagsone og Ski stasjon, og siden tunnel utgjør en betydelig større andel av kostnadene vil det redusere kostnadspåvirkningen. Usikkerheten er sterkt høyreskjev for Innføring Oslo S og Dagsone og Ski stasjon, altså kan det føre til betydelig kostnadsøkning for å møte fremdriftskrav i forbindelse med brudd, samt trafikk og drift for de delområdene. Heller ikke *Grensesnitt internt i prosjektet* kommer høyt opp på tornado av samme grunn da det er lavere usikkerhet knyttet til Tunnel enn for de to andre delprosjektene her.

8.6.4 JBT - TILTAK FOR Å REDUSERE OG BEGRENSE USIKKERHET

Tabell 29 Tiltak for å redusere usikkerhet Jernbaneteknikk

Usikkerhet/kostnadselement	Tiltak
Anleggsgjennomføring	• Legge til rette for at entreprenøren skal finne smartere løsningsvalg i anbudsfasen • Jobbe med entreprenøren for å få dem til å forstå kompleksiteten i brudd • Levere nødvendig dokumentasjon tidsnok til entreprenør slik at det ikke blir forsinkelser på grunn av prosjektet • Hurtige vurderinger når entreprenør ber om tillegg slik at arbeidet ikke stopper opp

Usikkerhet/kostnadselement	Tiltak
Prisusikkerhet for jernbanetekniske anlegg i tunnel	• Jobbe for å få flere erfaringspriser fra Europa for å vurdere entreprenørens prising
Prosjektorganisasjon – kompetanse og kapasitet	• God oppfølging av entreprenør, samt underleverandør for Jernbaneteknikk, for å påse at det bygges som planlagt og en får den kvalitet som er bestilt. • Sett av tilstrekkelig med ressurser med riktig kompetanse for å følge opp prosjektet • Få inn ekspertise dersom det blir behov for ytterligere avklaringer
Fremdriftskrav – brudd og jernbane i drift	• Legge til rette for at entreprenøren skal få en mer effektiv gjennomføring i bruddfaser • Få de som jobber med underbygning til å holde tidsfrister slik at ikke Jernbaneteknikk blir presset på tid i for stor grad eller må vente til neste bruddperiode

8.6.5 JBT - KRITISKE SUKSESSFAKTORER OG FALLGRUVER

Tabell 30 Kritiske suksessfaktorer Jernbaneteknikk

Kritisk suksessfaktor	Tiltak for å oppnå
Sikre tilstrekkelig tid til jernbanetekniske arbeider i brudd	• Styre arbeidet med underbygning slik at Jernbaneteknikk også får rom for å gjennomføre planlagt arbeid i bruddperioden
Hensiktsmessig og tilstrekkelig stort anleggsområde for tunnel	• Avklare om anleggsområde for jernbaneteknikk skal være på Åsland (hvor) og hvordan en skal løse logistikk-utfordringer i forhold til TBM og lagring av utstyr • Tydelig spesifisering av anleggsområdet til entreprenør slik at de kan planlegge å finne gode løsninger tidlig

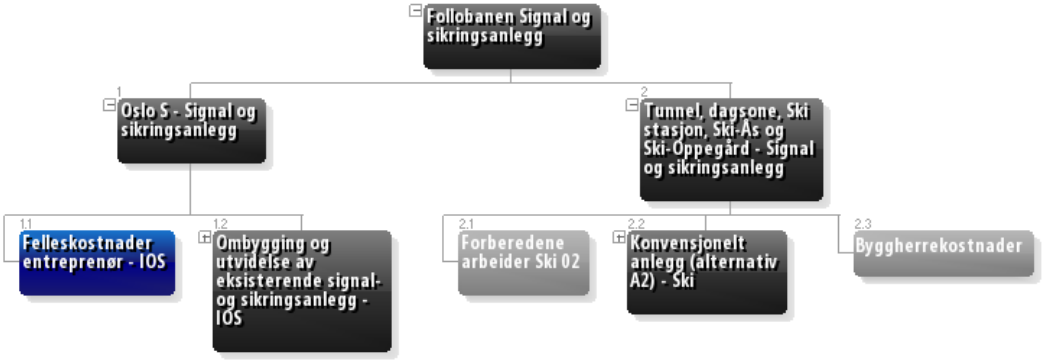
Tabell 31 Fallgruver Jernbaneteknikk

Fallgruve	Tiltak for å unngå
Feil og liten tid i bruddperioder fører til at togtrafikk ikke kan gå som planlagt	• Sikre at det er nok tid til jernbanetekniske arbeider i bruddperioder slik at bruddperioden ikke må forlenges for at togtrafikken kan gå
Det er ikke sportilgang fra Ski-siden av tunnelen når bygging av spor skal starte	• Sørge for at det er nok slakk i tidsplanen for Dagsone og Ski stasjon slik at det er sportilgang utenfor tunnelen når skinnene skal legges
Får ikke tak i nok godt kvalifisert personell innen jernbaneteknikk	• Planlegge slik at en ansetter/leier inn viktige ressurser der en mangler i dag før andre store prosjekter starter ansettelsesprosess

8.7 SIGNAL

8.7.1 SIGNAL - PROSJEKTNEDBRYTNINGSSTRUKTUR

Prosjektets nedbrytningsstruktur (PNS) på overordnet nivå vises i Figur 63.

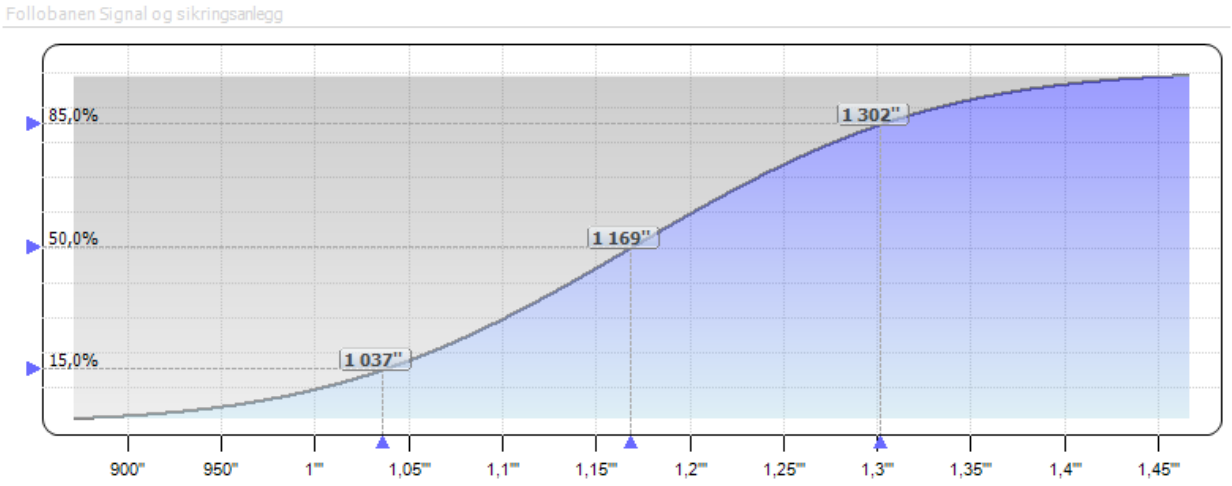


Figur 63 Prosjektnedbrytningsstruktur Signal

Signalanlegget på IOS er igjen delt opp innvendig og utvending sikringsanlegg, øvrig og rivning. For nytt signalanlegg er alt en samlet post som inkluderer felleskostnader entreprenør. Komplett PNS er vist i Vedlegg 12.

8.7.2 SIGNAL - AKKUMULERT SANNSYNLIGHETSKURVE

Basert på analysen er det avledet en sannsynlighetskurve (S-kurve) vist Figur 64 under. Kurven beskriver hvilken forventet totalkostnad en kan regne med å gjennomføre prosjektet innen (x-aksen), for en gitt sannsynlighet (y-aksen) (for videre vurderinger i rapporten er det rundet av til nærmeste million).

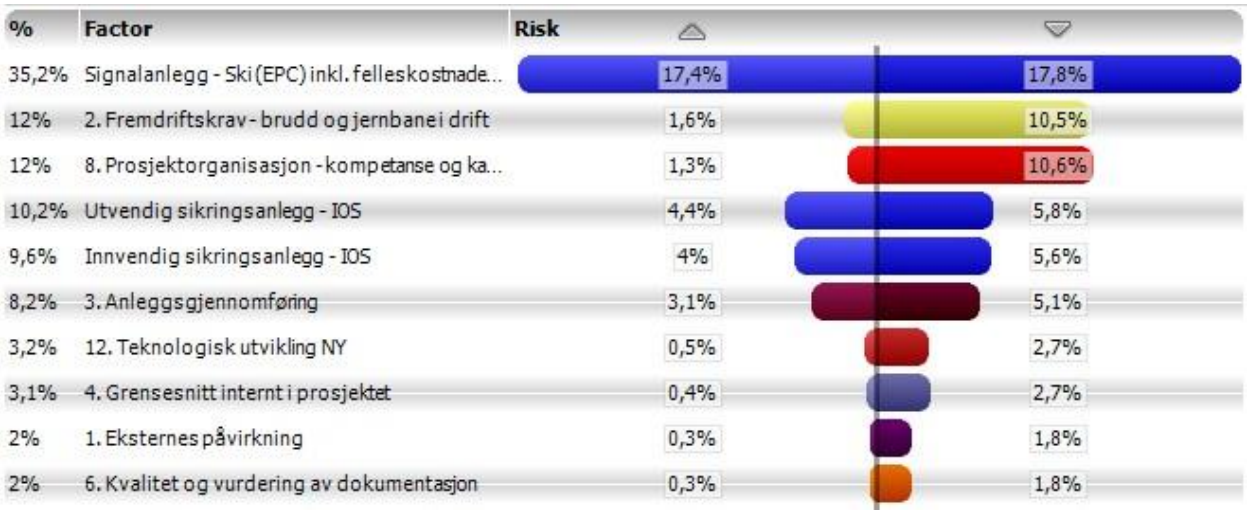


Figur 64 Akkumulert sannsynlighetskurve (S-kurve) i mill. kr prisnivå 2013

S-kurven viser at det er 50 prosent sannsynlighet for at kostnaden ikke vil overstige 1 169 mill. kr, og 85 prosent sannsynlighet for at kostnadene ikke vil overstige 1 302 mill. kr.

8.7.3 SIGNAL - ANALYSE AV USIKKERHETSBILDE

Basert på usikkerhetsfaktorenes innvirkning på prosjektets kostnad samt kostnadselementenes usikkerhet, beregnes et Tornadodiagram.



Figur 65 Tornadodiagram Signal

Estimatusikkerhet for nytt signalanlegg utgjør 35,2 prosent av prosjektets usikkerhet. Arbeidet med signalanlegget på Ski stasjon må i stor grad gjøres i forbindelse med totalbrudd, og er gjensidig avhengig av en rekke andre arbeider. I tillegg opererer man med grensesnitt mellom ulike signalanlegg og kontraktører. Det er en reell risiko for forsinkelser, endringer og omprosjektering. JBV har dessuten lite erfaring med bruk av Thales hittil. Imidlertid blir Follobanen femte leveranse på rammeavtalen med Thales som kan trekke i andre retningen.

Usikkerhetsfaktorene *Fremdriftskrav – brudd og jernbane i drift* og *Prosjektorganisasjon - kompetanse og kapasitet* kommer begge to likt ut med 12 prosent hver av prosjektets usikkerhet. Usikkerhetsfaktoren *Prosjektorganisasjon* er marginalt mer høyreskjev enn *Fremdriftskrav.* Usikkerheten rundt prosjektorganisasjonen skyldes i stor grad en generell mangel på ressurser med riktig kompetanse innen signalanlegg, både hod JBV og Thales.

Det er også relativt sett stor estimatusikkerhet knyttet til oppgradering av signalanlegget på Oslo S, henholdsvis 10,2 prosent for utvendig sikringsanlegg og 9,6 prosent for innvendig sikringsanlegg.

RESSURSER

Det finnes bare en håndfull ressurser i Norge som kan oppdatere tegningsdokumentasjon for, og som kan utføre sluttkontroll av NSB-77. Dette er mest sannsynlig de samme ressursene som også vil brukes i Intercity-prosjektet og øvrige prosjekter som berører Oslo S. Imidlertid finnes det et tilsvarende system i Danmark, slik at det vil være mulig å benytte seg av danske ressurser etter en relativt kort opplæring. EKS har ikke sett noen konkret plan for en slik backup-løsning, og anser derfor risikoen for å miste kritisk kompetanse for å være ganske stor.

NASJONAL SIGNALPLAN

I følge Nasjonal Signalplan skal ERTMS installeres på Østfoldbanens østre linje (ØØL) innen 2015. Dermed får man et grensesnitt mellom det konvensjonelle anlegget på Follobanen og ERTMS. Dette planlegges som et relé-grensesnitt mellom de to elektroniske anleggene.

I Nasjonal Signalplan står det også at den strekningen som har NSB-84-anlegg (Oppegård-Oslo) skal skifte til konvensjonelt anlegg innen 2017. NSB-84 finnes ingen andre steder enn på denne strekningen. Dette vil fjerne et grensesnitt for Follobanen. Samtidig vil det kreve ressurser fra Thales, som også skal levere signalanlegg til Follobanen, og det kan gi en ressursutfordring.

Det planlegges å installere samme type CTC-anlegg på Oslo S og Ski på sikt, og det er usikkert om dette vil skje i løpet av prosjektet. Det sies at ERTMS-strekningene skal tas først, og deretter følge ERTMS-utrulling. I så fall vil det ikke påvirke dette prosjektet. Men EKS oppfatter dette som uavklart per i dag.

GENERISK LANDTILPASNING

Thales jobber nå med å få generisk landtilpasning, samtidig som de jobber med de to første avropene fra Jernbaneverket. Landtilpasningen er cirka ½- ¾ år forsinket, men det er ikke overraskende, da JBV la inn en kortere frist enn det som normalt brukes på en landtilpasning.

Dersom Thales skulle få problemer med å levere i henhold til rammeavtalen, har Jernbaneverket en backup-avtale med Bombardier. Men dersom Bombardier skal levere det anlegget som Thales leverer, må også Bombardier gjennom en landtilpasning som vil ta lang tid. EKS oppfatter derfor denne backup-planen som lite realistisk.

8.7.4 SIGNAL - TILTAK FOR Å REDUSERE OG BEGRENSE USIKKERHET

Prosjektet har allerede begynt med en kartlegging av det eksisterende anlegget på Oslo S, hvor produksjon av tegninger skal gi en bedre oversikt over anlegget. Dette arbeidet vil kunne redusere estimatusikkerheten knyttet anlegget på Oslo S.

Rammeavtalen med Thales er nå signert, slik at enhetsprisene er kjente. Dette reduserer estimatusikkerheten noe, men det er imidlertid betraktelig gjenværende usikkerhet, delvis på grunn av en administrasjonskostnad som legges til av Thales for hver kontrakt.

I gruppeprosessen og i bearbeidelsen av informasjonen fra gruppeprosessen har EKS kommet frem til ytterligere tiltak for som vil kunne bidra til å minimere/redusere/eliminere usikkerheter. Dette presenteres i Tabell 32.

Blant usikkerhetene som fremgår av tornadodiagrammet er det variasjon i hvilken grad prosjektet kan ha innvirkning på enkeltelementene. Noen kan påvirkes i stor grad, som for eksempel prosjektorganisasjon, mens andre er bestemt av ekstern forhold og mekanismer og kan i mindre grad påvirkes av prosjektet. Det angis i Tabell 32 i hvilken grad prosjektet har en reell mulighet til å påvirke usikkerheten.

Tabell 32 Topp 6 i tornadodiagrammet, tiltak og usikkerhetsmomentenes grad av påvirkningskraft

Usikkerhet/kostnadselement	Tiltak	Prosjektets mulighet til å påvirke
Estimatusikkerhet Signalanlegg- Ski (EPC)	• Avklare hvordan kontrakten i rammeavtalen vil virke inn med tanke på framdrift og faser, samt fordelingen av eventuelle merkostnader ved omprosjektering. • Avklare grensesnitt mellom kontraktene (fjernstyring og Thales)	Høy
Fremdriftskrav – brudd og jernbane i drift	• Bygge opp Jernbaneverkets samlede kompetanse innen sluttkontroll • Tydeliggjøring overfor kontraktør om viktigheten av å treffe brudd	Lav
Prosjektorganisasjon – kompetanse og kapasitet	• Skaffe tilstrekkelig kompetanse og kapasitet/bygge opp den riktige kompetansen i JBV som sikrer at JBV klarer å levere det de skal til entreprenøren i tide. • Vurdere å knytte til seg samarbeidspartnere for å øke kapasiteten på utførelse av sluttkontroller • En endring i en EPC kan få enorme konsekvenser for de andre EPC'en. Koordinering og kommunikasjon er avgjørende for fremdrift da vil kunne avdekket mulige utfordringer og forebyggende tiltak.	Høy

Usikkerhet/kostnadselement	Tiltak	Prosjektets mulighet til å påvirke
Estimatusikkerhet Utvendig sikringsanlegg Oslo S	• Få funksjonell godkjenning av permanente og midlertidige systemer	Lav
Estimatusikkerhet Innvending sikringsanlegg Oslo S	• Ytterligere kartlegging av arbeidsomfang da det er stor usikkerhet knyttet til mengde. Praktisk tilrettelegging i eksisterende anlegg før man kommer i gang med jobben får man IOS.	Middels
Anleggsgjennomføring	• Jobbe med entreprenøren for å få dem til å forstå kompleksiteten i brudd. Sikre at entreprenøren når første brudd da kompleksiteten blir undervurdert • Sikre at entreprenøren lærer mye av det første bruddet, slik at entreprenøren blir dreven etter første brudd. • Hurtige vurderinger når entreprenør ber om tillegg slik at arbeidet ikke stopper opp	Middels

8.7.5 SIGNAL - KRITISKE SUKSESSFAKTORER OG FALLGRUVER

Tabell 33 Kritiske suksessfaktorer Signal

Kritisk suksessfaktor	Tiltak for å oppnå
Organisasjon med tilstrekkelig kapasitet og kompetanse	• Opplæring av personell • Samarbeid med JBV om prioritering av nøkkelressurser • Mulige samarbeidsavtaler og opplæring av deres personell
Thales landtilpasning og leveranse av anlegg	• Følge opp andre prosjekter der Thales leverer, og vurdere fortløpende tiltak som kan forhindre eventuelle feil som gjøres i andre prosjekter. • Sikre at Follobanen blir prioritert hvis Thales blir forsinket med noen av de andre leveransene på rammeavtalen. • Vurdere å starte landtilpasning for Bombardier for å kunne benytte backup-avtalen om nødvendig
Utforming av avrop på rammeavtalen med Thales.	• Avklare risikofordeling i kontrakten med tanke på framdrift og faser, samt fordelingen av eventuelle merkostnader ved omprosjektering • Sikre en god prosedyre for endringshåndtering • Vurdere en kompensasjonsordning som gir Thales insentiver til å møte bruddene • Avklare grensesnitt mellom kontraktene (fjernstyring og Thales)

Tabell 34 Fallgruver Signal

Fallgruve	Tiltak for å unngå
Thales klarer ikke å levere i tide på rammeavtalen	• Insentiver for å levere i tide (kontraktuelt) • Backup-avtale med Bombardier, og en igangsetting av landgodkjenning for Bombardier

Fallgruve	Tiltak for å unngå
Underdimensjonering og/eller manglende kompetanse i prosjektorganisasjonen	• Kompetanse til å ta s-kontrollene og kompetanse med inngående kunnskap om eksisterende anlegg på Oslo S. • Sikre utvikling av grensesnitt
Utskiftninger i prosjektorganisasjonen slik at verdifull kompetanse forsvinner	• Sikre tilfredsstillende erfaringsoverføring • Redusere avhengigheten av enkeltressurser ved å spre nøkkelkompetanse på flere personer
Forsinkelser i de øvrige EPC'ene som får konsekvenser for signal	• Dialog mellom EPC'ene, og videre mellom JBV og leverandørene av signal og sikringsanleggene (Thales og Bombardier) for å kunne forberede og planlegge ressursbruken på et tidlig tidspunkt

8.8 FELLESKOSTNADER

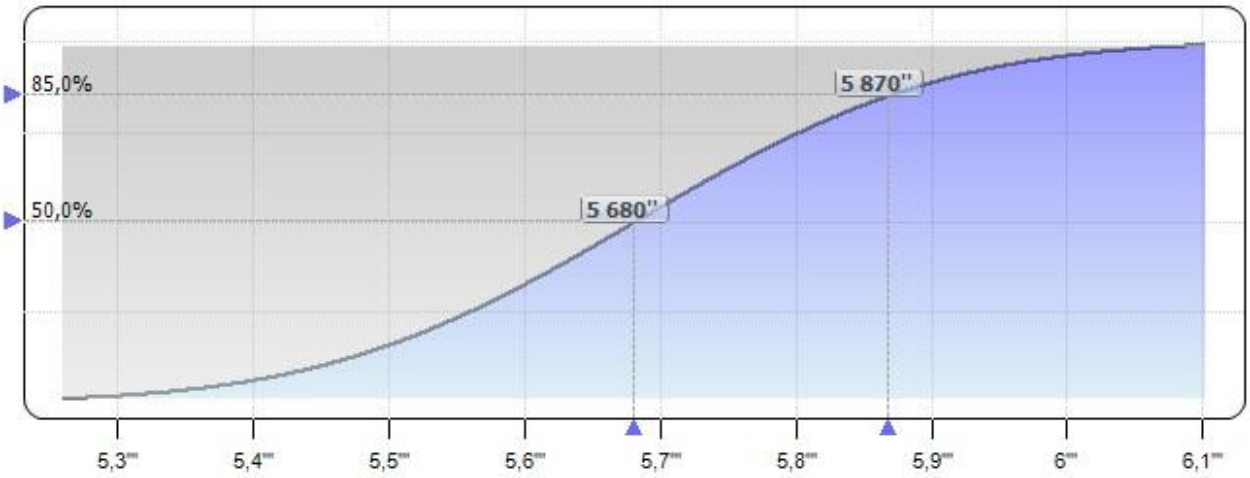
8.8.1 FELLESKOSTNADER - PROSJEKTNEDBRYTNINGSSTRUKTUR

Prosjektets nedbrytningsstruktur (PNS) på overordnet nivå vises i Figur 66.

Figur 66 Overordnet prosjektnedbrytningsstruktur

8.8.2 FELLESKOSTNADER – AKKUMULERT SANNSYNLIGHETSKURVE

Basert på analysen er det avledet en sannsynlighetskurve (S-kurve) vist i Figur 67 under. Kurven beskriver hvilken forventet totalkostnad en kan regne med å gjennomføre prosjektet innen (x-aksen), for en gitt sannsynlighet (y-aksen).



Figur 67 Sannsynlighetskurve for Felleskostnader inkl. påløpte

S-kurven viser at det er 50 prosent sannsynlighet for at kostnaden ikke vil overstige 5.680 mill. kr, og 85 prosent sannsynlighet for at kostnadene ikke vil overstige 5.870 mill. kr.

8.8.3 FELLESKOSTNADER – ANALYSE AV USIKKERHETSBILDE

Basert på usikkerhetsfaktorenes innvirkning på prosjektets kostnad samt kostnadselementenes usikkerhet, beregnes et Tornadodiagram.

%	Factor	Risk		
33,7%	1. Eksternes påvirkning	5%		28,7%
14,3%	Ufordelte kostnader b.plan des13	9,9%		4,3%
8,3%	Tu - Prosjektering i entreprisene	5,1%		3,2%
4,8%	MO - Øvrige Adm.kostnader	1,9%		2,9%
3,9%	9. HMS- hendelser	0,6%		3,3%
3,7%	MO - Ledelse og Administrasjon	1,7%		2%
3%	JBT - Prosjektering i entreprisene	1,2%		1,8%
2,9%	JBT- Prod.oppfølging	1,2%		1,7%
2,6%	JBT- Ledelse og Administrasjon	1%		1,5%
1,9%	Tu - Byggeplan mm	0,7%		1,2%

Figur 68 Tordadodiagram for byggherrekostnader

Eksternes påvirkning gjelder risikoen for at prosjektet blir forsinket ett år som følge av eksternes påvirkning. Det er vurdert at høyest risiko knytter seg til ulike leveranser når det gjelder signalanlegg, først og fremst prosjekteringsunderlag for Ski.

8.8.4 FELLESKOSTNADER - TILTAK FOR Å REDUSERE OG BEGRENSE USIKKERHET

Usikkerheten knyttet til Felleskostnader er relativt lav, slik gruppeprosessen vurderer det. Den organisasjonen som er skissert i bemanningsplanen pluss de tillegg som ble identifisert i gruppeprosessen anses å være tilstrekkelig til å håndtere mye av usikkerheten.

8.8.5 BYGGHERRE - KRITISKE SUKSESSFAKTORER OG FALLGRUVER

KRITISKE SUKSESSFAKTORER

Fremste suksessfaktor er å få bygget opp organisasjonen i tråd med bemanningsplanen. Follobanen som prosjekt er attraktivt og vil fremstå mer attraktivt når rammer og fremdrift er klarlagt. Det kan forventes å bidra til bedret rekruttering.

FALLGRUVER

Fremste fallgruve vil være å søke en drastisk reduksjon i bemanningen. Det er viktig å ha en robust organisasjon som kan håndtere utfordringer underveis.

8.9 FORENKLINGER OG REDUKSJONER

EKS har vurdert mulige elementer som kan føres på en kuttliste for hhv D&B- og TBM-entreprisen. Prosjektet har medtatt avgreining til Godsterminalen på Alnabru i tunnelløpene som eneste element på kuttlisten i dokument UOS-00-A-90030. Dette er tatt ut av prosjektet og er ikke lengre aktuelt. JBV har

selv ikke utviklet en egen kuttliste for prosjektet.

Prosjekter med tunnelentrepriser er styrt av gjeldende regelverk med hensyn til utforming og teknisk utstyr. Av forhold som det kan diskuteres å føre på kuttliste for D&B-entreprisen er:

- Enklere løsning for vann- og frostsikring (VF): Prosjektet har valgt membran og full utstøping. Det er diskutert alternative løsninger for VF som tunnelelementer og PE-skum. Med krav til hastighet på 250km/t og levetid på 100år, er det membran og full utstøping som fyller kravene best. LCC-kostnaden er vesentlig lavere. EKS støtter prosjektets valg av VF-løsning. Medas ikke på kuttlisten.
- Enklere dører til tverrslagstunnelene. Hver dør har en estimert kostnad pålydende i underkant av 700.000,-. Med 42 tverrslag medfører dette en kostnad på ca 56mill. Halvering av dørkostnaden medfører dermed en besparelse på 28mill. EKS fraråder dette. Relevante sammenlignbare prosjekter som Koralm har negative erfaringer med prosjektering av «rimelige» dører. Testing av disse «on site» viste at dørene ikke imøtekom stilte krav. Medtas ikke på kuttliste.
- Reduksjon i kvalitet og utforming av rømningstunneler: Prosjektet har optimalisert valgt løsning og løsningen imøtekommer aktuelle krav. I tillegg er det valgt en enklere løsning på VF. EKS ser ikke noen muligheter for kutt. Medtas ikke på kuttliste.
- Forenklinger på betongportaler til tunnelene: Det kan være muligheter for forenkling av portalenes utforming. Dette vil gi noe besparelse. EKS mener dette er så små besparelser at det gir ingen effekt på totalsummen. Medtas ikke på kuttliste.
- Inngående Østfoldbane beholdes i dagens trasé med visse tilpasninger: EKS mener valgt løsning er tilpasset prosjektets behov for gjeldende løsninger. Imidlertid bør prosjektet vurdere om dette er en mulig løsning som kan vurderes. EKS ser ikke konsekvensene av en slik løsning men heller ikke om dette er mulig. EKS ønsker derfor ikke å foreslå dette som kutt. Medtas ikke på kuttliste.

EKS mener prosjektet har optimalisert valgte løsninger og traséer gjennom en lang prosjekteringsperiode. Mange løsninger har vært diskutert og prosjektløsninger har endret seg med større modningsgrad. EKS ser ikke at det er mulig å medta kutt i tunnelentreprisene uten at dette medfører redusert kvalitet eller vil være i strid med gjeldende regelverk.

EKS kan tiltre prosjektets kuttliste i UOS-00-A-90030. For tunnelens del er avgrening til Alnabru allerede tatt ut. Det som gjenstår er:

Ski:

- Reduksjon plattformer Ski stasjon – til sammen 13,5 mill. kr.
- Enklere løsning for tunnelventilasjon for dagsone Ski – 3,0 mill. kr.
- Redusere lengde på betongtunneler for dagsone Ski – 20,0 mill. kr. (Lange tunneler i stedet for åpen skjæring bygges av miljøhensyn / krav fra ekstern miljømyndighet).

IOS:

- Ta ut lokk v/Ladegården – 4,0 mill. kr.

En mulig forenkling fos IOS er åta ut igjen sporsløyfer i Klypen. Dette vil imidlertid medføre betydelig redusert fleksibilitet og er lite ønskelig fra et driftsperspektiv, Innsparingen ville utgjøre 123,0 mill. kr. EKS tiltrer ikke dette som forenkling eller kutt.

På Ski kan en mulig forenkling være å sløyfe nordgående ventespor m/tunnel. Det kunne gå an å forlenge buttsporet på østsiden ved Kapelldammen og føre det inn på Østfoldbanesporet lenger nord, og slik få et «ventespor» for godstog o.a. EKS har ikke vurdert konsekvensene, gjennomførbarheten eller

eventuelle kostnadsbesparelser ved en slik forenkling.

EKS antar at det er vanskelig i praksis å stenge Nordbyveien i ett år, men det vil kunne gi en betydelig besparelse, avhengig av hvilke følgekostnader stengningen ville medføre.

Et drastisk kutt som kan gi en betydelig innsparing, ca. 130 - 150 mill. kr, er å sløyfe hele godsspor (ventespor) øst. EKS kan imidlertid ikke tiltre dette som kutt, da det vil medføre en betydelig redusert funksjonalitet og redusert mulighet til å nå effektmål.

8.10 TILRÅDNING TIL ORGANISERING OG STYRING AV PROSJEKTET

KONTINUITET

Prosjektet har mange innleide ressurser, også i sentrale posisjoner der det kreves spesialkompetanse, for eksempel innen EPC/NTK-kontrakt og TBM. Jernbaneverket har regler som skal forhindre at innleiekontrakter tegnes for mer enn fire år, for å regulere forholdet mellom ansatte og innleide i Jernbaneverket. Follobanen-prosjektet har en varighet på mer enn fire år, og det vil være svært uheldig dersom prosjektet mister nødvendig kompetanse i løpet av gjennomføringsperioden.

I den nye organisasjonen til JBV, som trådte i kraft 1.4.14, får prosjektene styringsrett over egne ressurser. Follobanen-prosjektet har et ønske om, og har mulighet til, å ansette ressurser med nødvendig spesialkompetanse. Man har imidlertid ingen garanti for at ressurser med denne type kompetanse ønsker fast ansettelse i Jernbaneverket. For roller der kompetanse og kontinuitet er viktig, legger prosjektet opp til en praksis der ingen innleide vil fases ut dersom de ikke kan erstattes med kvalifisert JBV-personell. Prosjektet har fått muntlig, men ikke skriftlig aksept fra JBV for denne foreslåtte praksisen.

EKS tilråder at prosjektet får beholde ressurser med spesialkompetanse gjennom hele prosjektperioden, selv om dette skulle tilsi at en innleiekontrakt varer lengre enn fire år, og dersom ansettelse ikke er aktuelt.

BESLUTNINGSPROSESSER

Langvarige beslutningsprosesser hos JBV blir sett på som en risiko for forsinkelser i prosjektet. Dette gjelder blant annet for godkjenning av endringer og signering av kontrakter. Prosjektet forventer selv at beslutningsprosesser vil gå raskere etter at kostnads- og styringsrammer er vedtatt og man går inn i prosjektets gjennomføringsfase.

For hver av hovedkontraktene vil det utpekes en representant som vil være kontaktpunkt for kontrakten. Disse representantene vil være en JBV-ansatte som enten er delprosjektleder eller sitter sentralt i det aktuelle delprosjektet. For å holde en god fremdrift i anbudsprosessene, planlegger prosjektet å etablere en anbudskomité der sentrale ledere i JBV er representert, og der eventuelle unormaliteter kan håndteres i god tid før kontraktsinngåelse.

EKS tilråder at en anbudskomité med nødvendig autoritet og mandat etableres, og at denne holdes løpende involvert i anbudsprosessene slik at milepæler knyttet til signering av kontrakter kan overholdes.

KOMPETANSE

På enkelte områder ligger nødvendig spisskompetanse hos noen få enkeltindivider ansatt i JBV. Dette gjelder spesielt innenfor fagfeltet signal, og særlig gjelder det sluttkontrollører. Samtlige ombyggingsarbeider som utføres på signalanlegget må godkjennes av en sluttkontrollør før sporet kan dettes i drift. Follobaneprosjektet vil derfor måtte konkurrere mot alle andre pågående prosjekter om disse ressursene.

EKS anbefaler at prosjektet i god tid synliggjør sitt behov for ressurser med spesialkompetanse, og at det inngås forpliktende avtaler med JBV om bruk av disse ressursene. Videre er det en erkjennelse at

forsinkelser alltid vil utgjøre en risiko for at spesialkompetanse omdisponeres til andre prosjekter, noe som kan gi følgekonsekvenser for Follobanen-prosjektets framdrift.

8.11 TILRÅDNING TIL STYRINGS-OG KOSTNADSRAMME

Resultatene av kostnads- og usikkerhetsanalysen illustrert gjennom S-kurve i Figur 46, og bør leses på basis av følgende:

1. Justert anslag for basiskostnad, jf. Kapittel 6, inneholder ingen usikkerhetsavsetninger.
2. Forventet tillegg gjenspeiler kostnadseffekten av de usikkerheter som forventes å påvirke prosjektet, men som ikke er kvantifisert i grunnkalkylen eller i uspesifiserte kostnader (basisestimatet). Tillegget stammer både fra estimatusikkerhet og usikkerhetsfaktorer.
3. P50 tilsvarer forventet prosjektkostnad, og er summen av justert basisestimat og forventede tillegg. P50 er også omtalt som styringsramme og er estimatet som bevilgende myndighet bør benytte som referansekostnad for prosjektet per dags dato.
4. Usikkerhetsavsetningen gjenspeiler kostnadseffekten av de usikkerheter som kan påvirke prosjektet innenfor et utfallsrom på 85 prosent. Det forventes ikke at usikkerhetsavsetningen skal brukes i prosjektet, og den skal ikke disponeres av prosjektgruppen.
5. P85 angir med 85 prosent sannsynlighet hva øvre totalkostnad kan bli. Denne angir hvor mye beslutningstakere bør sette av for å finansiere prosjektet, og er dermed ofte den bevilgningen det normalt søkes om hos bevilgende myndighet.
6. Styringsmålet angir hvilken kostnad prosjektledelsen skal styre mot. På hvert formelt styringsnivå holdes igjen en avsetning for å ha frihetsgrader når behov for mer penger eventuelt blir synliggjort på nivået under. Styringsmålet må velges slik at det representerer stram styring, men samtidig ikke så vanskelig oppnåelig at det virker demotiverende på prosjektorganisasjonen. Det er viktig at det gis insentiver til å begrense forventede tillegg.

Under de forutsetninger og forbehold som ligger til grunn for analysen, gir Tabell 35 følgende oppstilling for prosjektkostnader

Tabell 35 Prosjektkostnader

	mill. kr
Basisestimat	**20 600**
Forventet tillegg	3 200
Styringsramme P50	**23 800**
Usikkerhetsavsetning	1 900
Beregnet P85	**25 700**
Kuttliste	40
Anbefalt kostnadsramme	**25 660**
Basisestimat	**20 600**